



Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

GRAU EN ARQUITECTURA TÈCNICA I EDIFICACIÓ

TREBALL DE FI DE GRAU

ESTUDI ENERGÈTIC I CERTIFICACIÓ L.E.E.D

DE

L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE RIPOLL

Projectista/es: Jordi Marco Duran

Director/s: Antoni Caballero Mestres / Licio Alfaro Garrido

Convocatòria: Setembre/Octubre 2016

RESUM

L'objectiu d'aquest projecte és el d'estudiar l'escola Joan Margall de la ciutat de Ripoll, des d'un punt de vista energètic i trobar quines millores es poden plantejar per aconseguir una reducció en el seu consum. Paral·lelament, s'estudia la normativa americana L.E.E.D (Leadership in Energy & Environmental Design) desenvolupat pel US green Building Council, per tal de tenir una base com a referent per trobar aquestes millores; per després poder aplicar-les per aconseguir el certificat L.E.E.D.

Aquest projecte està dividit en tres parts.

La primera, consta d'un anàlisi de l'estat actual de l'edifici, on s'estudia l'ús de l'edifici, el consum energètic, i es realitza una maqueta virtual amb aquestes dades.

L'estudi de la funcionalitat es basarà en observar la forma i la volumetria de l'edifici, la manera que tenen els usuaris d'utilitzar-la, i quines necessitats tenen. Per això serà important conèixer quines activitats es duen a terme i en quins espais es fan. Per facilitar la presa de dades, s'han realitzat una sèrie d'enquestes als professors de l'escola. El consum energètic s'estudia tenint en compte els factors que influeixen com el clima, les característiques físiques de l'edifici, el perfil d'usuari i els tipus d'instal·lacions. Un cop obtingudes aquestes dades, es realitza un model virtual energètic amb el programa Design Builder, que s'ajusti al màxim a la realitat.

La segona part, comença amb l'estudi de la normativa americana del L.E.E.D. A partir de conèixer-la, es proposen una sèrie de millores que anirien enfocades a satisfer els requisits de la normativa.

I per últim, un cop es proposen les modificacions que es duran a terme, s'apliquen a la primera maqueta virtual, per poder demostrar que les propostes de millora realment són viables i que beneficien des d'un punt de vista energètic, al reduir el consum. A l'hora s'observa si millora l'estat de confort dels usuaris dins de l'edifici.

Es pot concloure, que al final del treball, a partir de les millores plantejades, s'ha aconseguit el objectiu de reduir el consum; i a la vegada s'ha pogut quantificar quin peatge energètic s'ha de pagar assolir el confort tèrmic i el confort espacial dels usuaris.

ÍNDIX

1. INTRODUCCIÓ

2. GLOSSARI

3. NUCLI

- 3.1. Característiques i clima de Ripoll _____pàg. 5
- 3.2. Breu història de l'edifici _____pàg. 6
- 3.3. Característiques de l'edifici
 - 3.3.1. Parcel·la _____pàg. 7
 - 3.3.2. Forma i volum _____pàg. 8
 - 3.3.3. Espais i orientació _____pàg. 9
 - 3.3.4. instal·lacions _____pàg. 11
- 3.4. Ús de l'edifici _____pàg.13
- 3.5. Enquestes _____pàg. 15
- 3.6. Percepció de l'espai _____pàg. 17
- 3.7. Propostes de millora _____pàg. 18
- 3.8. Model energètic/model BIM _____pàg. 20
 - 3.8.1. Metodologia del model _____pàg. 20
 - 3.8.2. Validació del model _____pàg. 26
 - 3.8.3. Aplicació de les propostes de millora _____pàg. 27
- 3.9. Resultats de l'aplicació de les propostes de millora _____pàg. 29

4. CONCLUSIONS _____pàg. 31

5. BIBLIOGRAFIA _____pàg. 32

6. AGRAÏMENTS _____pàg. 33

7. ÍNDIX ANNEX _____pàg. 34

8. ÍNDIX PLÀNOLS _____pàg. 77

GLOSSARI

Abreviatures

- L.E.E.D

Leadership in Energy & Enviromental Design

Definició: Normativa creada per l'USGBC (United States Green Building Council) per regular i puntuar el nivell de sostenibilitat d'un edifici.

- BIM

Buillding information Modeling (Modelat amb informació per la construcció)

Definició: Mètode de treball que presenten molts programes paramètrics. En aquest treball quan es parli del model BIM, s'utilitzarà com a sinònim del model Revit.

Termes

- Element de descompressió:

Significat: terme utilitzat en aquest treball per definir un espai o volum que té unes propietats específiques, i dóna un confort més gran, a comparació amb altres.

1 INTRODUCCIÓ

L'elaboració d'aquest projecte ha estat fruit d'una petició de la necessitat expressa per part de l'Ajuntament de Ripoll, de realitzar un estudi de consum energètic i certificació L.E.E.D, a fi i efecte de reduir la despesa energètica de l'escola Joan Maragall.

Aquest centre està situat a la ciutat de Ripoll, on va ser construïda l'any 1936 , a càrrec de l'arquitecte Josep Riera Reguer. És un edifici de planta baixa + 2, amb una parcel·la de 5000 m². Cal esmentar que l'any passat, es van realitzar remodelacions al l'edifici amb la finalitat de fer-lo accessible i reduir el seu consum.

Per tal de realitzar aquest projecte, en primer lloc caldrà conèixer tots els factors relacionats amb l'edificació, tant a nivell físic, climàtic i ús. Seguidament, un cop obtingudes les dades esmentades anteriorment, es realitzarà un model energètic amb el programa Design Builder. Un cop validat aquest model, veient que es comporta de la mateixa manera que la realitat, es sotmetrà a modificacions per la millora i reducció del consum energètic. Si es verifica que compleix els objectius establerts, es podrien extrapolar a la realitat i dur a terme.

3 NUCLI DE LA MEMÒRIA

3.1 Característiques i clima de Ripoll

Abans d'especificar les característiques de l'edifici, primer s'han de determinar on s'ubica. L'escola es troba al sud-oest de Ripoll (Fig.1), una ciutat al nord de Catalunya a una alçada de 691 metres sobre el nivell del mar, i pertany a la comarca del Ripollès i aquesta última a la província de Girona.

Amb això, ja es pot afirmar que compta amb un clima mediterrani, el que significa 4 estacions durant l'any. Durant primavera i tardor presenten una temperatura i precipitacions més estables, estiu altes temperatures i poques precipitacions i un hivern amb baixes temperatures i altes precipitacions. A comparació amb una ciutat costera del mediterrani, aquesta ciutat presenta temperatures més baixes durant tot l'any.

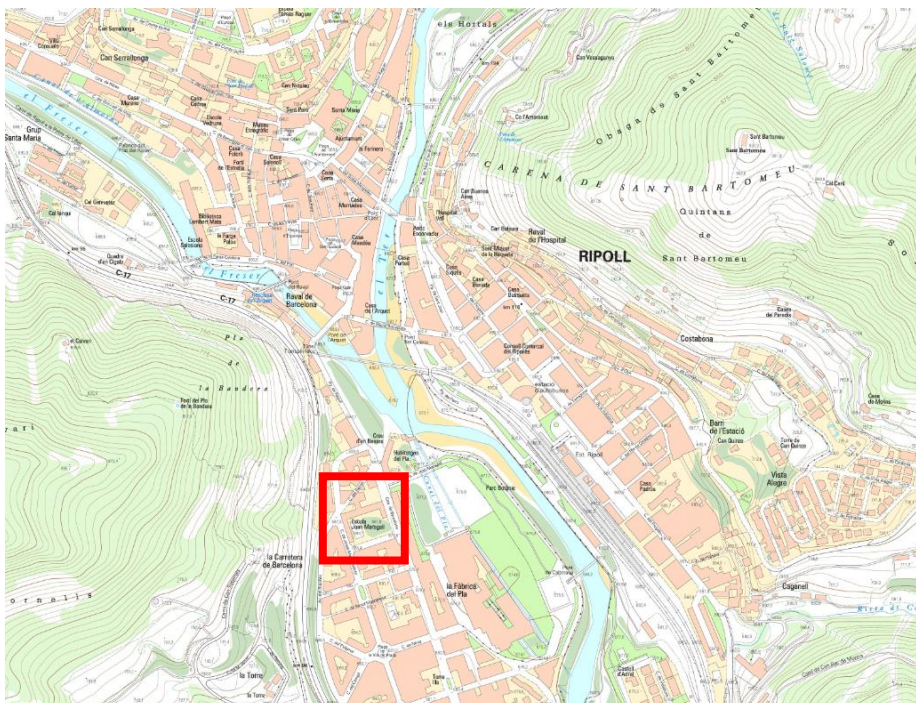


Fig. 1 Imatge del plànol de la ciutat de Ripoll amb l'ubicació de l'escola marcada. Mapa extret de la web de l'ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya)

3.2 Breu història de l'edifici

La construcció de l'edifici va començar al 1934 i va finalitzar al 1936 (veure annex, pàg. 35 Fig. 3.1 Imatge de construcció de l'escola). L'edifici original comptava només amb la part central i l'ala est. L'estructura es caracteritzava per tenir murs de càrrega. Aquests estaven fets de pedra amb un acabat revocat de morter de ciment, seguint la tipologia de construcció dels edificis de l'època a la ciutat (veure annex, pàg. 35, Fig. 3.2 Imatge del material del mur estructural). Els sostres, estan formats per biguetes de ferro i revoltos i la a divisòria interior, d'un mur de totxana.

Durant la guerra civil espanyola (1936-1939) va ser utilitzada com a allotjament militar i hospital de sang. En aquesta època, va patir una sèrie de bombardejos que van inhabilitar l'edifici i es va haver de reconstruir. Els murs estructurals es van reemplaçar per murs de totxana estructural, mentre que la resta es va mantenir.

No va ser fins el 1966, que es va acabar de construir i habilitar l'ala oest de l'edifici, situat al nivell superior de la parcel·la.

Anys després, al 1972, es va afegir un annex a l'ala oest, incorporant el gimnàs, al nivell inferior; la cuina, a la primera planta; i les aules, a la segona. Aquesta part de l'edifici està formada per pilar i bigues d'acer, on la façana només fa la funció de tancament.

Els canvis més recents que va rebre l'edifici, van ser a l'estiu de l'any 2015, on es van modificar alguns elements tant a nivell de façana com a l'interior, per tal d'afegir un ascensor, aconseguint que sigui accessible amb cadira de rodes. També cal destacar que durant el mateix període, es va modificar el sistema de calefacció, substituint l'antiga caldera per una nova de biomassa.

3.3 Característiques de l'edifici

3.3.1 Parcel·la

El terreny es troba entre la carretera de Barcelona, el carrer del Remei, el carrer de Josep de Calassanç i el carrer de Josep Ma. Pellicer (veure annex, pàg. 36 Fig. 3.3 Plànol d'emplaçament de l'escola).

Té una extensió de 5137 m², dels quals 1370 m² estan ocupats per l'edifici. La resta estan distribuïdes de la següent manera:

- Pàrquing: 224 m² (4,36%)

- Hort: 257 m² (5%)

- Pati: 3286 m² (63%)

Compta amb un desnivell natural a la part central que s'ha deixat en forma de talús, amb una pendent del 36 %. Per salvar aquesta diferència de nivells, hi ha una rampa a la cara sud del pati i unes escales a l'extrem oposat.

Tots dos nivells del terreny tenen la funció d'espai de lleure, però cadascuna compta amb equipaments diferents. El inferior compta amb una vegetació més densa i amb una part pavimentada i una altre amb terra natural (Fig. 2) , mentre que el superior té una pista de bàsquet/futbol pavimentada rodejada de graves(Fig.3).



Fig. 2 Fotografia realitzada del pati inferior



Fig. 3 Fotografia realitzada del pati superior

3.3.2 Forma i volum

Les formes de les plantes de l'edifici original són diferents a cada nivell (veure Plànol de formes de plantes). Com s'ha esmentat anteriorment, l'edifici està compost de 3 plantes, planta baixa més dos (veure Fig.4 i veure Plànols de plantes). Cadascuna d'elles té una alçada lliure de 4 m.

El centre té dos accessos principals, un a la façana nord, on el pàrquing; i l'altre al sud, a través del pati. La resta d'entrades s'utilitzen per moviments puntuals.

Per un altre banda, l'annex compta amb alçades superiors a l'estructura original. Es per això, que per salvar les diferències entre nivells d'una edificació a una altre, s'utilitzen unes escales, a l'accés des de planta primera; i un passadís amb un desnivell, des de la segona.



Fig. 4 Renderització realitzada amb el Revit, per mostrar la volumetria de l'edifici

3.3.3 Espais i orientació

Es pot fer una divisió en la tipologia dels espais que hi ha en l'edifici: **servidors**, **servents** i de **circulació**. Els primers són els espais destinats a l'activitat principal de l'edifici, que en aquest són les aules; els segons tots aquells que complementen la activitat funcional dels primers, com els lavabos, la cuina, el menjador, etc.; i els últims són el que tenen la funció de connectar uns espais amb uns altres (veure Plànols de tipologia d'espais).

Quantificant l'ocupació de cada tipus d'espai:

- Servidors: $1289,39\text{m}^2$ / $5157,56\text{ m}^3$ (47,86 %)
- Servents: $556,64\text{ m}^2$ / $2226,56\text{ m}^3$ (20,67 %)
- Circulació: $847,5\text{ m}^2$ / 3390 m^3 (31,46 %)

Total superfície construïda: $2693,53\text{ m}^2$ / $10774,12\text{ m}^3$ (100%)

Totes les aules estan orientades al sud. Aquests espais són els que concentren una major ocupació i una major intensitat d'ús.

Els espais de circulació i la majoria dels servents estan ubicades al nord. Aquests presenten una ocupació menor i una menor intensitat d'ús.

3.3.4 Instal·lacions

Existeixen 5 tipus d'instal·lació dintre de l'edifici. El elèctric, el d'aigua sanitària, el d'aigua calenta sanitària, el d'evacuacions i el de calefacció.

- El elèctric subministra energia per la lluminària i pels endolls, que utilitzaran els equips electrònics de l'edifici. Aquests equips són: pissarres intel·ligents a les aules, ordinadors a la sala d'informàtica, i els *racks* pels servidors de l'escola.
- El d'aigua sanitària abasteix d'aigua potable a la cuina, al reg de les plantes, les fonts i tots els elements de les cambres humides com ara, les aixetes, els orinals i les cisternes dels lavabos i la dutxa de la segona planta.
- El d'aigua calenta sanitària, va separat del de calefacció, i utilitza una caldera elèctrica per escalfar l'aigua. Només s'utilitza per l'única dutxa que hi ha a l'escola i les aixetes de la cuina.
- El sistema d'evacuació es compon d'un conjunt de baixants, que no diferencia les aigües pluvials, de les grises o les negres. (veure Plànol del sistema d'evacuació)
- La calefacció està alimentada per una caldera de biomassa, que van afegir a l'estiu de l'any 2015 (veure Plànol sistema de calefacció). Aquest sistema utilitza estella per cremar-la, i generar la calor necessària per escalfar l'aigua. Aquesta matèria prima ha de ser subministrada per una empresa, ja que l'estella ha de tenir uns requisits mínims, com la mesura o el màxim per cent d'humitat que pot contenir.

La caldera es troba a l'exterior de l'edifici degut a les dimensions que té i també per facilitar la càrrega d'estelles al sistema. Aquest annex es troba al pàrquing (Fig. 5) i està dividit en dos subespais. El primer és la sala on es troba la caldera de biomassa i la segona, la sitja on s'emmagatzemen les estelles.

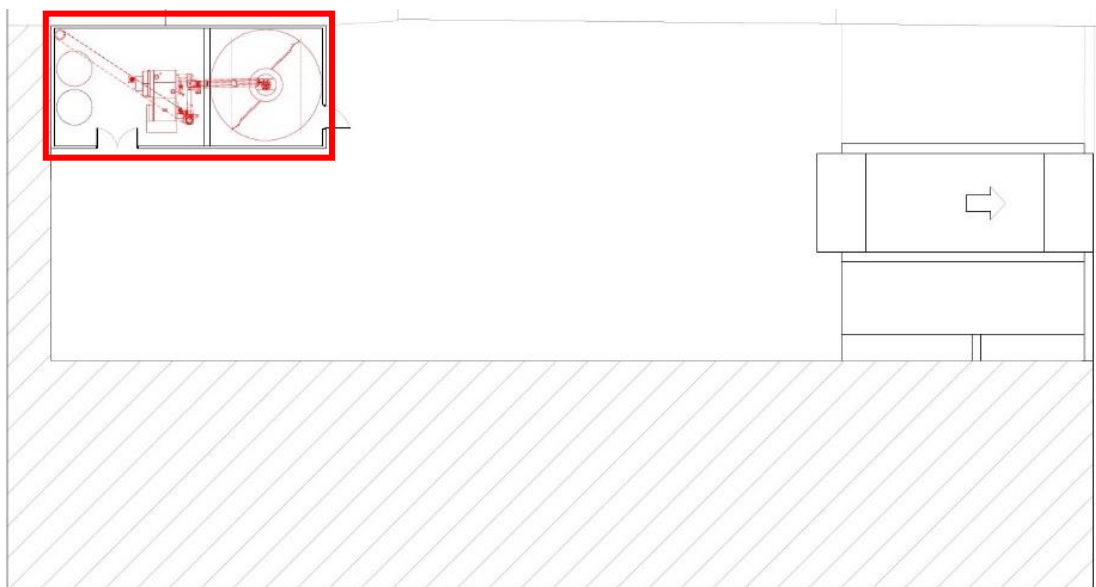


Fig. 5 Imatge la ubicació de la caldera de biomassa. Plànol realitzat amb el programa *Autocad*

L'entrega la realitza un camió (Fig. 6), que accedeix al pàrquing i aboca el material pel sostre de la sitja.

El sistema comença amb un *vis sens fi* que mou les estelles fins l'orifici de la caldera, i aquestes es cremen a partir d'un encenedor d'aire calent, produint la calor per escalfar l'aigua (Fig. 7). Les cendres es dipositen en un recipient, i després són recollides i processades per la mateixa empresa subministradora.

El sistema secundari, està compost per un sistema d'impulsió i un altre de retorn que abasteix els radiadors ubicats als espais de l'edifici.

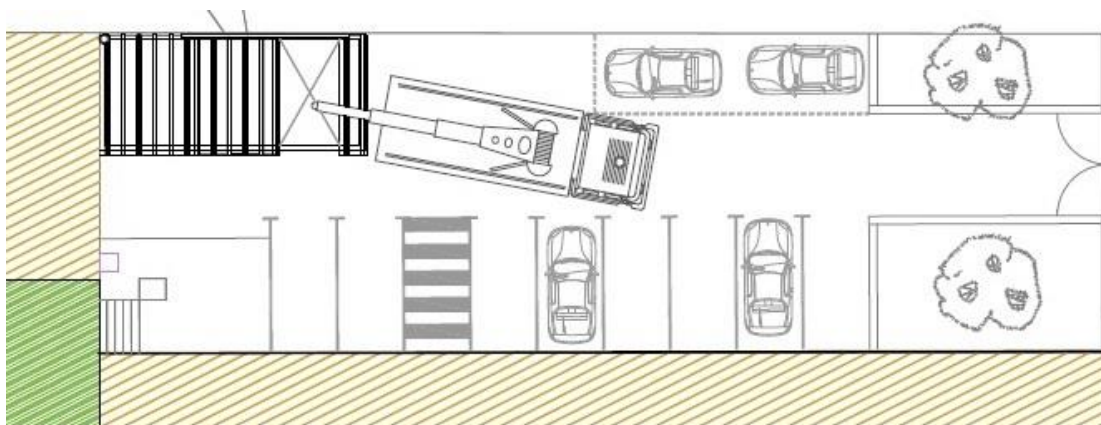


Fig. 6 Dibuix de l'entrega d'estella amb camió. Plànol extret del projecte de biomassa, creat per l'empresa *Clusells & Roca Enginyers SL*

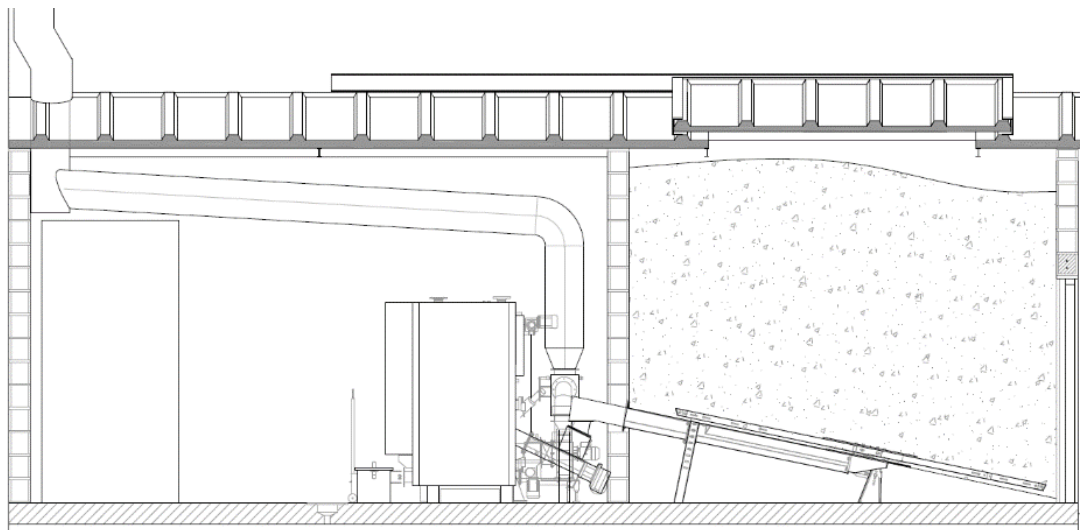


Fig. 7 Secció-alçat de la sala de calderes. Plànol extret del projecte de biomassa, creat per l'empresa *Clusells & Roca Enginyers SL*

Avui en dia, el sistema compta amb dos ramals principals que es van bifurcant per tot el centre, fins arribar als radiadors. Degut a les grans dimensions de l'edifici, es requereix d'un sistema de bombes d'impulsió (Fig. 8) per fer arribar l'aigua als punts més llunyans de la font de calor.

Actualment, no existeix una separació en el sistema secundari, que divideixi les plantes per anelles ni un sistema de control per cadascun dels radiadors. Quan es posa en marxa la caldera, s'encén tot el circuit i l'aigua circula per tots els radiadors de l'edifici.



Fig. 8 Fotografia de les bombes d'impulsió del sistema de calefacció.

3.4 Ús de l'edifici

En aquest apartat, s'explicarà quina manera tenen d'utilitzar l'edifici, el terreny i les instal·lacions. Tota la informació s'ha obtingut a partir d'observar el dia a dia de l'escola i parlar amb els responsables del centre. Aquests es tindran en compte a l'hora de realitzar el model energètic, doncs defineixen el **perfil d'usuari**, que esdevé el principal factor de influència dels **consums** de l'edifici.

L'horari general de l'edifici és de dilluns a divendres. Les classes comencen a les 9:00 i acaben a les 17:00, però els professors i el conserge estan fins les 18:00. Els caps de setmana la totalitat del recinte del centre roman tancat.

Tots els cursos disposen de dos descansos, un correspon a l'hora de l'esbarjo de 10:30-11:00 i l'altre al dinar: de 12:00-15:00.

A continuació es farà referència a l'ús dels espais de l'escola. Aquests es realitzen de la següent manera:

Al llarg de l'any acadèmic, a un curs se l'assigna un aula, depenent del número d'alumnes que tingui. Si en té més, se'ls ubica a una amb més superfície. Durant el dia, els nens realitzen la majoria d'assignatures en aquella i només es desplacen per entrar i sortir de l'edifici, anar al lavabo o anar a aules específiques. En aquestes últimes es duen a terme activitats que requereixen, ja sigui en termes d'espai, volum o d'equipaments unes característiques determinades. Per exemple, al tenir el gimnàs una gran superfície lliure d'obstacles, l'espai queda dirigit a l'assignatura d'educació física. D'aquesta manera els nens poden fer exercici amb comoditat. Tanmateix, l'aula d'informàtica requereix d'un conjunt d'equipaments electrònics, que un aula no específica no té.

La cuina i el menjador tenen un horari fix. El primer, està en funcionament des de les 9:00, per preparar el dinar, fins les 17:00 que tanca un cop s'ha recollit tot. El segon, concentra l'activitat entre les 12:00 i les 14:00 hores, quan els alumnes dinen.

D'altra banda, cal esmentar que l'horari d'esbarjo i les activitats relacionades amb l'assignatura d'educació física es duen a terme en el mateix espai. Les primeres disposen d'un horari fix diari, mentre que les segones s'hi duen a terme en funció de les condicions climatològiques. A finals de primavera - principis d'estiu es col·loca una lona per tal de crear ombra al nivell inferior del pati, a fi i efecte d'evitar l'augment de temperatura a la zona pavimentada (veure annex, pàg. 37, Fig. 3.4 Fotografia de la lona al pati).

Els elements de circulació només fan la funció d'unió entre espais i s'utilitzen pels desplaçaments esmentats anteriorment. Però un fet que ha cridat l'atenció és que el passadís de la planta baixa (PB), situat davant de les aules de preescolar, s'utilitza com a zona de lleure (veure annex, pàg. 37, Fig. 3.5 Fotografia del passadís de planta baixa) . Es a dir, han aprofitat

l'espai per tal de poder donar-li un segon ús. Més endavant, en aquest treball, s'aprofundirà sobre aquest tema.

A continuació es farà esmena de la temàtica relacionada amb l'ús de les instal·lacions:

El sistema elèctric s'utilitza per subministrar l'energia per a que funcionin tots els equips elèctrics. Les pissarres intel·ligents s'empren en certes assignatures del dia. Un cop finalitzades les classes, s'apaguen. Però els racks dels servidors de l'escola, es mantenen encesos durant tot l'any acadèmic, i només estan apagats durant l'estiu.

El sistema de lluminària només compta amb un interruptor de llums a cada aula. No existeix un grup de control en un mateix espai, que separi les zones més il·luminades de les que menys ho estan.

La instal·lació d'aigua sanitària s'utilitza pel reg de les plantes durant les estacions de baixes precipitacions, per abastar tots els elements de les cambres humides i les aixetes de les fonts. En relació al sistema de calefacció, cal dir que a l'estiu està apagat, mentre que a la primavera i tardor s'utilitza durant els horaris de l'escola i en funció de la temperatura. A l'hivern, dels mesos de desembre a febrer, es deixa sempre encesa. Durant l'últim període esmentat, la caldera funciona per tenir una temperatura de confort de 22-24 °C, posant l'aigua del sistema a 70-75°C. Durant la nit, el cap de setmana i les vacances d'hivern, quan no hi ha ningú i les temperatures són més baixes, es manté l'aigua de la caldera a una temperatura mínima d'aproximadament 2 °C, per evitar que l'aigua del sistema baixi dels 0 °C. D'aquesta manera es prevé que no geli i es trenquin els radiadors o les canonades del sistema. No hi ha un element que reguli la temperatura o l'apertura i el tancament dels radiadors. Per aquest motiu, s'han d'obrir les finestres de les aules amb la fi de reduir la temperatura que s'acumula fruit de la radiació solar i la calor que aporta el sistema de calefacció.

Seguidament es farà referència als usos fora de l'activitat principal de l'edifici:

Com es tracta d'un edifici públic, essent propietat de l'Ajuntament, en aquest centre es celebren les votacions, tant municipals com generals. Aquesta activitat sempre es fa els diumenges, i fa que aquell dia, excepcionalment l'edifici estigui obert amb un horari més ampli del que està habitualment actiu. Totes les votacions es duen a terme a la planta baixa, ocupant les aules de preescolar (veure annex, pàg. 38, Fig. 3.6 Fotografies de l'escola durant les votacions).

Durant el juliol, l'Ajuntament crea un esplai per nens, que utilitza el pati, la cuina, el menjador i algunes aules. Aquest esplai està des de les 9:00 fins a 17:00.

3.5 Enquestes

S'ha realitzat una enquesta no validada i d'elaboració pròpia amb l'objectiu d'acabar de determinar el perfil d'usuari, saber quines necessitats tenen i quin nivell de confort perceben dintre de l'edifici. L'idea de fer participar els usuaris a l'hora de saber com utilitzen l'espai i que necessiten per desenvolupar les seves activitats, ja es va plantejar des del principi del projecte. Però, al llegir el llibre de "*Testify! The consequences of architecture*", es va consolidar encara més l'idea, ja que mostra la importància de fer partícip l'usuari, en tots els estats de la construcció (durant projecte, construcció i un cop habiti l'espai).

A l'annex es pot trobar una mostra de l'enquesta, seguit de les respostes. Cal especificar que la interpretació de la informació obtinguda, no només ha estat fruit de les respostes de les enquestes, sinó també de les converses que s'han tingut amb els participants (veure annex, pàg. 39, Fig. 3.7 Model enquestes i enquestes respostes).

Es va voler conèixer quina opinió tenen de cada espai en específic. Tanmateix se'ls hi va demanar que marquessin en un plànol les aules en les que habitualment donen classe, així com una descripció de les característiques d'aquesta. (Veure Plànols espais enquestes)

A partir de les enquestes s'ha pogut deduir:

- Les aules només presenten un problema d'aïllament acústic de l'exterior. Això es deu al material de les finestres. Al ser fusta i una sola làmina de vidre, l'absorció acústica de l'element és insuficient de cara al soroll que es genera al pati i a la carretera de Josep Maria Pellicer.

- A la majoria d'aules no hi ha les condicions tèrmiques adequades. Aquelles orientades a la cara sud, acumulen molta calor tant a l'estiu com a l'hivern. El primer període esmentat està condicionat per l'augment de la temperatura ambiental. El segon, ho està per la combinació d'entrada directe de radiació solar i el funcionament dels radiadors. En tots dos casos s'obren les finestres com a mesura per regular la temperatura.

D'altra banda, les aules específiques orientades a nord, presenten una temperatura molt freda a l'hivern i una de confort a l'estiu.

En específic, s'ha trobat que a l'aula de l'ala est de la planta baixa presenta les mateixes característiques d'una orientació a nord, malgrat que es troba ubicada al sud. S'ha pogut concloure que degut al insuficient número de radiadors i a la poca distància que hi ha entre la vegetació i l'aula, els arbres produeixen una ombra que no permet que entri la radiació solar (veure Plànol secció aula est PB – vegetació). Això fa que la temperatura durant tot l'any en aquest espai sigui més baixa que a les zones de diferent orientació (Veure annex, pàg. 53 Fig. 3.8 Fotografia del termòmetre ambiental a les aules de PB)

- L'enquesta ha permès descobrir que els professors amb experiència en altres centres no havien assolit prèviament un estat de confort similar al d'aquesta institució. Actualment, el grau es molt elevat degut als volums, dimensions i les característiques dels espais (Fig.9).



Fig. 9 Fotografia realitzada al passadís de PB, mostrant l'alçada lliure de 4m.

3.6 Percepció de l'espai

Aquest apartat té la finalitat d'explicar la manera de percebre l'espai i com condiciona la manera d'utilitzar l'edifici.

Primer, s'ha de tenir en compte que certes activitats necessiten diferents formes i configuracions espacials. Per això, un dels punts que crida l'atenció és la combinació dels dos usos que se li dona al passadís de PB. El primer, com la funció principal que té de passadís (espai de circulació) i el segon com a zona de jocs (activitat específica). Per trobar la causa d'aquest fet, es va cercar bibliografia sobre el tema.

Un dels llibres que es va trobar va ser el de "*Percepción de la energía en la arquitectura*", aquest disposa d'un apartat anomenat "la percepción a grandes distancias", on es comenta la percepció espacial i de que depèn. Hi ha dos factors que els influencien: la **il·luminació** i la **distància** que hi ha entre la persona que observa i les superfícies més llunyanes. Quan més il·luminat estigui i més llunyanes es trobin les superfícies, més gran semblarà l'espai.

A comparació amb un aula, el passadís té més obertures, rebent més il·luminació; i les superfícies més llunyanes estan a més distància. Es per això que hi ha una sensació de confort espacial més gran i s'utilitza com un element de descompressió. (veure Plànol seccions aula i passadís).

3.7 Propostes de millora

Un cop conegut el perfil d'usuari i les necessitats que tenen aquests, es jutja si l'edifici compleix amb els requeriments mínims per l'activitat que es duu a terme al seu interior.

Com algunes no es compleixen, es proposen una sèrie de millores per tal de poder corregir l'edifici, aconseguint que els usuaris puguin desenvolupar les seves activitats de manera òptima i amb confort.

A part, com s'ha esmentat al principi del treball, un altre objectiu d'aquest projecte final de grau és intentar aconseguir la certificació L.E.E.D que cedeix el US Green Building Council. Per això, s'ha llegit específicament la normativa que regula els centres educatius, d'aquesta organització: "*Leed v4 2013 para diseño y construcción de edificios*". Un cop coneguda, s'ha realitzat un informe amb les propostes per complir la normativa. Degut a la seva extensió d'aquest document, s'ha afegit al final de l'annex del treball amb el nom *Document requisits L.E.E.D* (veure annex, pàg. 57, Fig. 3.11 Document requisits L.E.E.D).

Les propostes de millora que s'esmenten a continuació s'han plantejat per: solucionar els problemes que s'han trobat a les característiques de l'edifici i el perfil d'usuari, respondre a les necessitats dels usuaris i complir l'objectiu principal de reduir el consum. Aquestes són:

- Afegir una vàlvula termostàtica (veure annex, pàg. 54, Fig. 3.9 Imatges exemple de la vàlvula termostàtica) a cada radiador de les aules, per independitzar cada espai en el sistema de calefacció. Això permetrà configurar cada aula de manera personalitzada, doncs possiblement amb la radiació solar no és necessari tenir el radiador al màxim. També cal puntualitzar que el confort tèrmic depèn de molts factors i és diferent per cada persona.

- Col·locació d'un element horitzontal modulable, com un tendal, a l'exterior de la façana sud. La característica de ser modulable és important ja que evita l'entrada dels rajos durant l'estiu i la permet a l'hivern. Obligatòriament ha de ser horitzontal degut a que el tipus de raig solar té un d'angle vertical (zenital).
- Canviar la secció constructiva del mur, afegint un aïllament per reduir l'intercanvi de temperatura entre l'interior i l'exterior.
- Caldrà valorar si aplicant la mesura interior, s'evita que l'aigua es congeli i que s'hagi de posar la calefacció a un mínim. Així, encara que la temperatura exterior estigui per sota de 0°C, les canonades i radiadors estaran per sobre d'aquesta. Si encara fos insuficient, s'afegirien vàlvules d'expansió i aïllament tèrmic al sistema secundari per evitar deixar la caldera encesa durant l'hivern i reduir el consum.
- A fi i efecte de reduir la contaminació acústica del carrer a les aules, es canviaria la fusteria de les obertures.
- Afegir un grup de control al sistema de la lluminària per tal de reduir el consum elèctric. Amb això s'aconsegueix encendre la llum a les zones d'un espai on només calgui, i no en la seva totalitat.
- Moure la vegetació a la cara sud de l'aula a l'est de PB perquè rebi radiació durant l'hivern i que els arbres siguin de fulla caduca perquè evitin l'entrada a l'estiu.
- Reduir al mínim l'alçada dels sostres que marca el departament d'ensenyament de Catalunya, es a dir 2,7 m. Amb això s'aconseguirà reduir el consum. (Fig.10)



Fig. 10 Muntatge fotogràfic realitzat amb el programa photoshop simulant la baixada del sostre.

3.8 Model BIM/ model energètic

Un cop es tinguin les característiques de l'edifici, el perfil d'usuari i les propostes de millora; es procedeix a crear una maqueta virtual de l'escola. Aquesta es compon de dos models.

El primer, ha de ser en format BIM; d'aquesta manera l'Ajuntament de Ripoll disposarà d'un arxiu actualitzat, que el permetrà treballar conjuntament amb altres empreses. Tanmateix, l'entitat tindrà accés a la màxima informació sobre l'edifici. Aquest model es realitza amb el programa *Revit*, d'*Autodesk*, per dues raons. En primer lloc, perquè aquest software té una gran precisió a l'hora de fer el modelatge en 3D. I també, perquè permet exportar l'edifici al software que s'utilitzarà per fer el model energètic.

El segon, tracta d'un model energètic creat amb el *Design Builder*, un software equipat amb el motor de simulació energètica *Energy plus*. Com s'ha dit anteriorment, l'edifici s'importa del *Revit*; d'aquesta manera s'evitarà tornar a fer el modelatge. Cal especificar que només s'importen els volums, les obertures i la definició dels espais; la informació dels elements s'ha de tornar a especificar. Aquest programa resulta essencial a l'hora de determinar d'una manera concreta i específica un dels objectius del projecte; el consum energètic de l'edifici relacionat al perfil d'usuari.

3.8.1 Metodologia

Com s'ha especificat al principi d'aquest apartat, el primer pas és modelar l'edifici al *Revit*. S'ha començat important el plànol de cada planta i s'han aixecat els murs, els sostres i elements per donar un context i sentit a l'edifici i al terreny. (Fig. 11)



Fig. 11 Renders realitzat amb el Revit. 3D Sud-est (esquerra) nord-est (Dreta)

Un cop es té el model generat i es desitja exportar al Design Builder, en primer lloc s'especifiquen els espais amb la funció "*Habitació*" per tal de considerar-los com a zona de càlcul. Aquest és el punt més important en la transició entre un programa l'altre, ja que cal delimitar bé els espais. Abans de posar les habitacions, s'ha de desmarcar la casella de "delimitació d'habitació" a tota la divisòria interior. Amb això s'aconsegueix que tots els volums que es volen calcular estiguin junts entre ells i que malgrat la presència de les parets i forjats no es donin buits entre els espais.

Seguidament, es fa d'ús d'un separador d'habitació a fi i efecte de "substituir" els murs i conseqüentment s'estableixi una diferencia entre espais, però no aparegui el buit (Fig. 12).

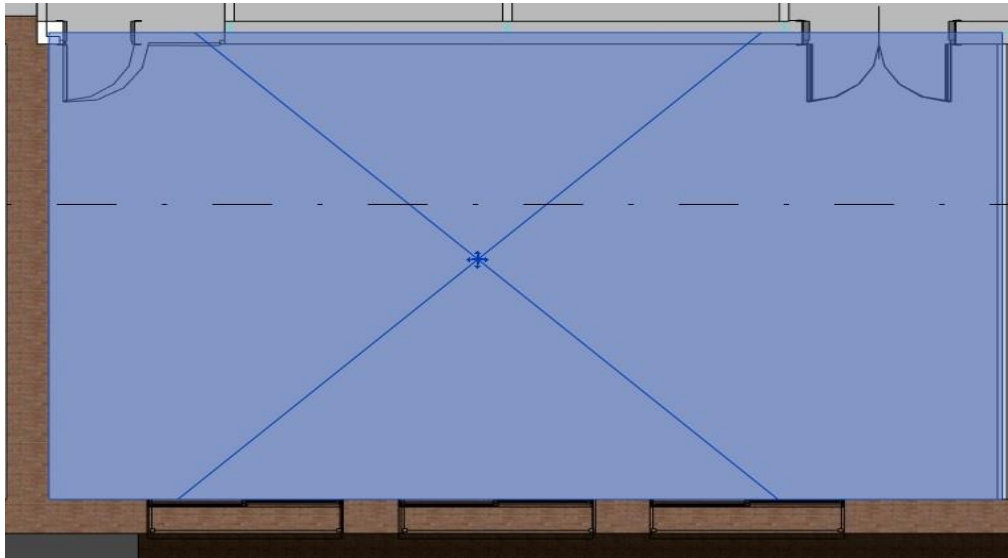


Fig. 12 Vista en planta de l'habitació al aplicar "Separador habitació"

Per tal de fer-ho correctament, s'ha de comprovar que el volum que genera el programa, sigui el que es necessita. S'ha de verificar que l'alçada de l'habitació estigui compresa entre el terra i el sostre (Fig. 13).

Un cop fet tot l'anterior, es poden posar les habitacions. Quan es tinguin tots els espais especificats, es procedeix a exportar l'edifici a un arxiu gbXML. Per saber si s'ha fet correctament, a l'hora de realitzar aquest pas, el programa permet comprovar si hi ha buits entre les habitacions (Fig.14).

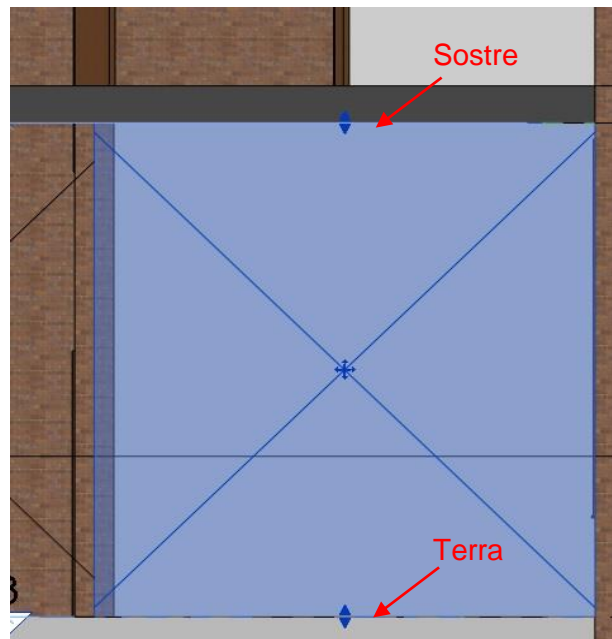


Fig. 13 Secció-alçat delimitació vertical

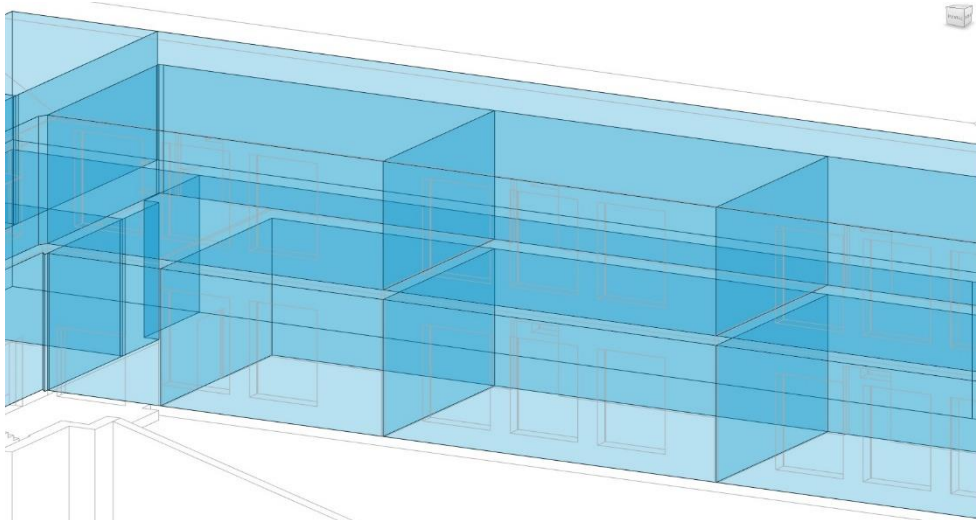


Fig. 14 Exportació arxiu gbXML sense buits entre espais

Un cop s'aconsegueix el arxiu gbXML, s'obre el *Design Builder* i es crea un arxiu nou. Llavors s'especifica la ubicació on es troba l'edifici, que esdevé un factor indispensable; doncs el clima que envolta l'edifici condicionarà en el consum.

L'estació meteorològica de Ripoll ha cedit les dades climàtiques dels darrers 5 anys, en forma de taules d'*Excel*. L'idea principal va ser d'agafar un fitxa climatològica predeterminada del programa, com per exemple la de Girona, per copiar-la i modificar-la, amb el programa *Ecotect*, i així obtenir l'arxiu climàtic de Ripoll.

Al final, s'ha utilitzat la fitxa de Girona, ja que malgrat s'han intentat introduir les dades de la ciutat on s'ubica l'escola al *Design Builder*, aquest requereix d'un altre arxiu climàtic en format *.stat* que no permet modificacions. Aquells són creats per les mateixes estacions meteorològiques. Cal puntualitzar que aquest fet influenciarà a l'hora de validar el model energètic.

Seguidament, s'afegeix un edifici nou com a Architect early stage design, perquè el programa realitzi tots els càlculs de l'edifici.

Finalitzada aquesta tasca, s'importa el arxiu gbXML (Fig. 15). És important que a l'hora de fer-ho, només es seleccionin els “*blocs d'edifici*” i no les “*superfícies de sombrejat*”, ja que pot donar origen a errors de programació.

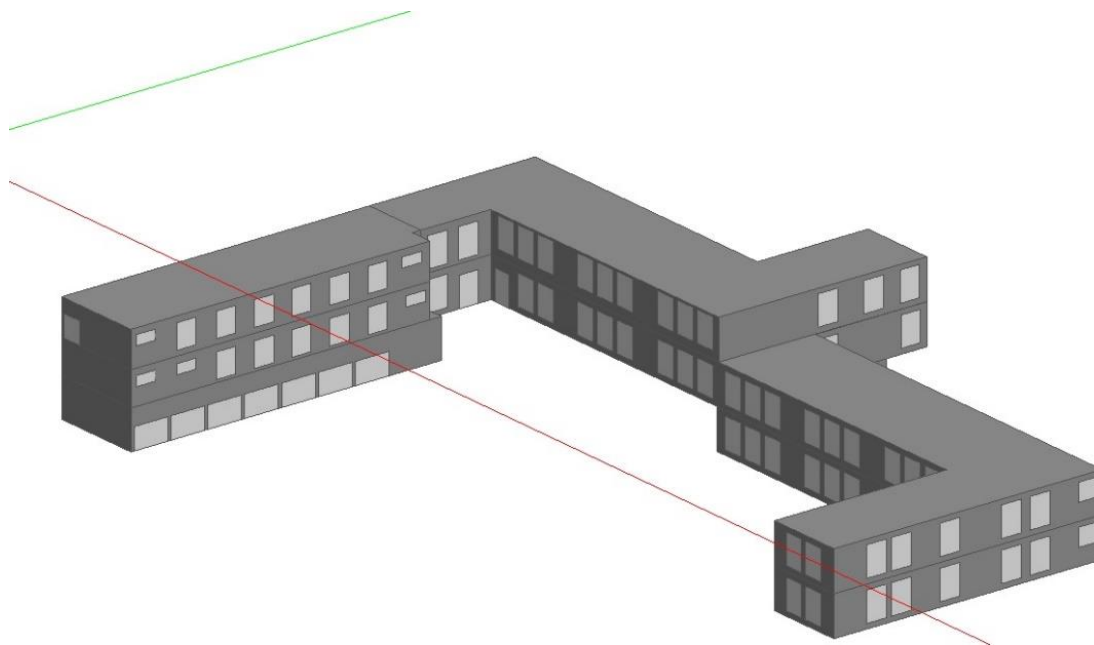


Fig. 15 Edifici importat al Design Builder

Un cop es disposi dels volums de l'edifici amb totes les seves formes i obertures, es procedeix a definir els elements que componen la seva estructura (Fig. 16), ja que aquesta informació no s'importa del *Revit*.

També s'ha d'especificar el perfil d'usuari. A la pestanya *Activitat* es determinarà quin tipus d'espai és, quin horari té, l'ocupació, si hi ha equips electrònics que poden generar calor, el tipus de vestimenta (més o menys abrigat), etc. Per agilitzar els passos, es defineix una plantilla per cada tipus d'espai i directament s'assigna al volum que li pertoca. Per exemple, s'ha definit una plantilla per les aules de preescolar i un altre per la cuina, ja que ambdós tenen usos, ocupacions i horaris diferents.

Un cop s'ha especificat la manera d'utilitzar l'edifici, s'han definit els tipus d'instal·lacions que hi ha i el mètode de funcionament.

El sistema elèctric està definit segons el número d'espais que comptin amb equips electrònics i la lluminària. Aquest últim es defineix a l'apartat d'*Il·luminació*, on es posa que no existeix cap grup de control, deixant desmarcada la casella de control d'il·luminació.



Fig. 16 Exemple de definició de la secció constructiva de l'edifici

Els sistemes de regulació de la temperatura es defineixen a la pestanya de HVAC. En el apartat de calefacció s'especifica com a combustible de *Biomassa*. El seu rendiment (Fig.17) i la seva programació actual. Tanmateix es fa referència al costum de deixar-la encesa durant el període estacional de fred, tal i com s'ha esmentat anteriorment en l'apartat de *Ús de l'edifici* (Fig.18).

Actualment l'escola no disposa de cap sistema de ventilació mecànica ni de refrigeració, per aquest motiu es deixen desmarcades les caselles que en fan referència.

Calefacción

☒ Activar

Combustible 10-Biomasa

CoP del sistema de calefacción 0.920

Funcionamiento

Programación JOAN MARAGALL - Biomasa

Fig. 17 Especificació del tipus de calefacció i el seu rendiment

Perfiles							
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Ene	On	On	On	On	On	On	On
Feb	On	On	On	On	On	On	On
Mar	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Abr	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
May	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Jun	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Jul	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Ago	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Sep	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Oct	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Nov	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Dic	On	On	On	On	On	On	On

Fig. 18 Programació actual del sistema de calefacció de l'edifici definit al programa

3.8.2 Validació del model

Un cop definit l'edifici en tots els aspectes, es procedeix a validar el model energètic. Aquest terme es refereix a comprovar i verificar si allò prèviament elaborat es comporta de la mateixa manera que a la realitat.

Per comprovar-ho, es fa una simulació del consum anual de l'edifici per mitjà del programa esmentat, i es compara amb els valors de despesa reals. En relació al consum del sistema de calefacció, cal puntualitzar que només es disposa de les dades posteriors a la instal·lació de la nova caldera, i fins a l'actualitat (veure annex, pàg. 26, Fig 3.10 Comparativa entre el resultat).

Quan es comparen els resultats obtinguts de la simulació amb els de la realitat, es pot veure que malgrat els valors no coincideixen si que ho fa la tendència de la gràfica (veure annex, Fig. 3.11). El consum de la calefacció compta amb un biaix; aquest és resultant de la impossibilitat de modificar la fitxa climatològica de la ciutat de Ripoll. Es coneix que la diferència existent entre les dades d'aquesta i les emprades per al càlcul esmentat esdevenen un condicionant dels resultats de la simulació.

Al comparar els valors del consum elèctric tampoc coincideixen, doncs no es possible editar el número d'aparells elèctrics i la seva programació (especificar l'aula d'informàtica i la programació dels racks).

Encara que no coincideixin els valors, si que ho fa la tendència de les gràfiques, per aquest motiu es pot considerar com a validat. Per aconseguir que el model sigui fidel a la realitat, s'hauran de tenir les fitxes climatològiques de la mateixa ciutat; i a l'hora poder definir el número d'equips elèctrics que hi ha a l'edifici.

Determinant que es dóna per vàlida, totes les propostes que s'apliquin amb la finalitat d'esdevenir una millora es poden extrapolar a la realitat per posteriorment ser aplicades.

3.8.3 Aplicació de les propostes de millora

Seguidament, en aquest apartat s'aplicaran les propostes que es volen dur a terme per mitjà del programa.

La primera d'aquestes, té com a objectiu canviar la secció constructiva del tancament de l'edifici. S'ha afegit un aïllament de llana de roca de 10 cm de gruix i un envà compostat per panells prefabricats de guix (veure Fig.19). Seguint la normativa del CTE DB-HE del 2009, aquest emplaçament té una qualificació de zona climàtica D1, al estar a entre 400 m. i 600 d'alçada per sobre de Girona. En termes de càlcul higrotèrmia compleix, ja que aquesta secció presenta un valor de transmitància de $U_{\text{façana}}=0,336 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, i la màxima permesa per aquesta zona és de $U_{\text{zona climàtica D1}}= 0,66 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Pel que fa la presència de condensacions, el mateix programa en fa un anàlisi, i marca amb una gota d'aigua el lloc on es produeixen. Si s'observa degudament la imatge, es pot comprovar que es formen directament a la cara externa de la façana i no a l'interior de la secció (Fig. 20).



Fig. 19 Proposta de la nova secció de la façana

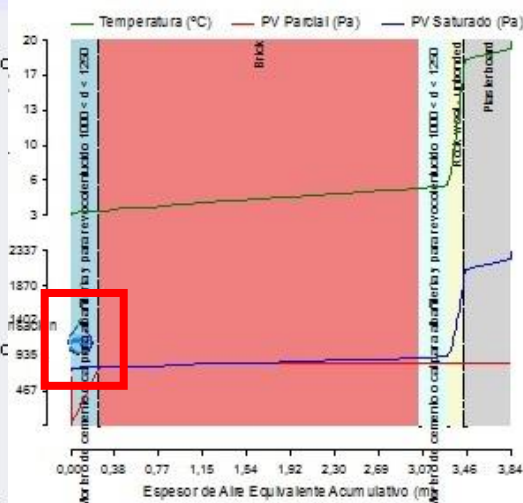


Fig. 20 Anàlisi de condensacions realitzat pel Design Builder, amb la gota d'aigua marcant les condensacions

La segona proposta que es pot introduir al programa, és la d'evitar tenir encesa la calefacció quan l'edifici està buit i les temperatures estiguin per sota de 0° C. Per aconseguir això cal modificar la programació del sistema de calefacció, al *Design Builder*. S'ha d'igualar l'horari d'ús de la instal·lació al de l'edifici, i mantenir-se apagat durant la nit i els caps de setmana (Fig.21).

També es desitja aplicar un grup de control a la lluminària. Això s'aconsegueix activant la casella Control d'il·luminació, a la pestanya Il·luminació.

Per últim, s'afegeix un fals sostre, on es baixa l'alçada a la que es troba, amb la finalitat d'obtenir menys volum que calefactar. Per fer això, es canvia la secció constructiva, com s'ha fet amb la de la façana, però en aquest cas es fa a l'apartat de *coberta plana*. S'afegeix una càmera d'aire de 2,25 m. i un sostre fals de prefabricat de guix de 0,05 m d'espessor (Fig.22).

Perfiles							
Mes	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Ene	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Feb	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Mar	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Abr	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
May	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Jun	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Jul	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Ago	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Sep	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off
Oct	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	8:00 to 18:00	Off	Off

Fig. 21 Proposta de correcció de la programació d'ús de d'instal·lació de calefacció

Sección	
Superficie exterior	
20,00mm	Cement/plaster/mortar - plaster(no està a escala)
500,00mm	JOAN MARAGALL - AIRE 50 cm
500,00mm	JOAN MARAGALL - AIRE 50 cm
500,00mm	JOAN MARAGALL - AIRE 50 cm
500,00mm	JOAN MARAGALL - AIRE 50 cm
250,00mm	JOAN MARAGALL - AIRE 50 cm
50,00mm	Plasterboard(no està a escala)
Superficie interior	

Fig. 22 Proposta d'afegir un fals sostre per reduir el consum

3.9 Resultats de l'aplicació de les propostes

Per saber si les propostes redueixen el consum, es torna a fer la simulació cada cop que s'aplica una.

- Per recordar, s'adjunten les dades de consum del model energètic inicial:

	Electricitat	Calefacció
	kWh	kWh
nov-2015	11496,6	18700,19
dic-2015	9549,694	63547,86
ene-2016	9945,823	64930
feb-2016	9172,525	50308,36
mar-2016	9269,43	17791,29
abr-2016	10820,21	11798,86
may-2016	11644,05	3865,714

- Al canviar la secció de la façana s'ha obtingut:

	Electricitat	Calefacció
	kWh	kWh
nov-2015	11496,6	14686,46
dic-2015	9549,694	49818,39
ene-2016	9945,823	50581,92
feb-2016	9172,525	38278,08
mar-2016	9269,43	13593,12
abr-2016	10820,21	8336,33
may-2016	11644,05	2315,388

Com es pot observar, s'ha reduït el consum mensual de calefacció a tots els mesos.

- Al adaptar la programació de la calefacció i afegir el sistema de control d'il·luminació:

	Electricitat	Calefacció
	kWh	kWh
nov-2015	7239,857	15714,03
dic-2015	6655,563	19582,38
ene-2016	6778,656	27983,01
feb-2016	5889,312	20444,78
mar-2016	5812,759	14660,38
abr-2016	6315,885	9234,054
may-2016	6502,069	2842,02

Tal i com indiquen les gràfiques, ha estat possible reduir el consum mensual dels dos sistemes. Malgrat això hi ha un valor que crida l'atenció; aquest fa referència a l'augment del consum durant els de novembre-2015, març-2016, abril-2016 i maig-2016. No es possible determinar l'etiologia d'aquest fet ja que no s'ha modificat cap valor d'aquests mesos, i únicament s'ha canviat el programa de Desembre-2015, Gener-2016, Febrer-2016.

-En relació al canvi de secció per reduir l'alçada lliure, cal esmentar que en comptes de realitzar la simulació de tot l'edifici, s'ha aplicat només al passadís de planta baixa per tenir un espai amb un volum més petit i poder treballar les dades amb aquest valor. Actualment el passadís té un consum de:

	Calefacció
	kWh
ene-2016	4760,38
feb-2016	3800,55
mar-2016	1508,33
abr-2016	1170,59

Un cop s'ha modificat la secció:

	Calefacció
	kWh
ene-2016	4500,9
feb-2016	3581,13
mar-2016	1386,57
abr-2016	1058,89

La màxima reducció que s'ha aconseguit ha estat durant el mes de gener, amb un valor de **260 kWh/mes**. El passadís actualment compta amb un volum de 648 m³ i si es reduís amb el sostre fals tindria 437,4 m³, donant una diferència de 210 m³. Es pot dir que al aplicar aquesta millora s'aconsegueix una reducció de:

$$(260 \text{ kWh/mes} / 210 \text{ m}^3) = (1,238 \text{ kWh/mes}) / \text{m}^3.$$

Aplicant-ho a nivell del total de l'edifici:

$$10868,31 \text{ m}^3 - 7336,1 \text{ m}^3 = 3532,2 \text{ m}^3$$

$$3532,2 \text{ m}^3_{\text{que es redueixen}} \times (1,238 \text{ kWh/mes}_{\text{gener}}) / \text{m}^3_{\text{reduit}} = 4372,86 \text{ kWh/mes}_{\text{gener}}$$

$$4372,86 \text{ kWh/mes}_{\text{gener}} / 27983,01 \text{ kWh/mes}_{\text{gener}} \times 100 = 15,62\% \text{ estalviat}$$

Si s'aplica el fals sostre a tota l'escola, podria haver-hi un estalvi màxim de **4372,86 kWh/mes**, que suposa un **15,62%** del consum total de l'edifici. És a dir, aquests valors són el preu que es paga per tenir una alçada lliure de 4m.

Malgrat la millora que s'obtingria en relació al consum energètic, cal puntualitzar que aquesta proposta suposaria una pèrdua considerable del confort visual percebut pels usuaris del centre; tal i com han esmentat en les enquestes realitzades (veure Plànol secció aula i passadís amb fals sostre)

4 CONCLUSIONS

Es podria concloure que el projecte ha assolit l'objectiu de reduir el consum de la institució a tres nivells indispensables com ho són el tèrmic, l'elèctric i el d'aigua potable.

Tal i com s'ha esmentat en apartats anteriors, la maqueta virtual elaborada es comporta d'una manera similar a les de l'edifici existent, fet que permetrà extrapolar les propostes de millora presentades, i en un futur dur-les a terme per a que es facin realitat.

Al realitzar l'informe amb la normativa L.E.E.D s'ha arribat a la conclusió, si s'apliquen les propostes, l'edifici podria obtenir fins a 67 punts. Es a dir, aconseguiria la certificació L.E.E.D Plata

L'elaboració d'aquest projecte ha permès fer una reflexió que evidencia la presència d'un peatge energètic que ha de ser assumit si es vol assolir un estat de confort tèrmic i espacial desitjat pels usuaris, i tant manifestat en els resultats obtinguts de les enquestes elaborades. Per aquest motiu, cal que es plantegi la següent pregunta: Què prima més, reduir el consum total de la institució, sacrificant el benestar físic i psicològic dels usuaris; o bé, acceptar a conviure amb aquest sobre cost energètic amb la finalitat de mantenir el confort espacial desitjat i experimentat.

Finalment, es pot afirmar que la sostenibilitat no ho és tot, ja que si es vol fomentar un ambient de treball que permeti desenvolupar al màxim les capacitats dels usuaris, cal assumir aquest peatge energètic a fi i efecte de promoure unes condicions òptimes i de confort que compreguin la visió més holística de les persones.

5. BIBLIOGRAFIA

Feireiss, L. i Ole B. (2011), *Testify! : the consequences of architecture*. NAI Publishers, Rotterdam.

González, F. (2003), *Percepción de la energía en la arquitectura*. Cedel, Barcelona.

Martínez, P. I USGBC (2013), *LEED v4 para DISEÑO Y CONSTRUCCION DE EDIFICIOS*, Spain Green Building Council, España

Ching, F. (1982), *Arquitectura: forma, espacio y orden*. Ediciones G.Gili, Mexico D.F.

Izembart, H. i Le Boudec, B. (2003), *Waterscapes, el tratamiento de aguas residuales mediante sistemas vegetales*, Gustavo Gili.

Dalmau, A. (2008), *L'abans de Ripoll: Recull fotogràfic 1878-1972*. El papiol, Ripoll.

Bibliografia suplementaria

Hombrados, Ma. I. i Gómez, L.(1997) *Estrés y salud*. Valencia: Promolibro.

6. AGRAÏMENTS

Per començar, m'agradaria agrair a l'Antoni Caballero Mestres per aquesta oportunitat de projecte. Gràcies a ell, ha sigut una experiència enriquidora tant en coneixements com a nivell personal. Sense la seva ajuda i dedicació, hagués estat impossible la realització d'aquest projecte.

Al Licinio Alfaro Garrido, per tota l'ajuda que m'ha donat amb el tema dels programes.

Al Joan Pericàs, per tota l'amabilitat i ajuda que m'ha donat des de l'ajuntament.

Al Josep Cabrafiga, per tota la seva disposició, ajuda i interès pel projecte.

A la meva família i amics, per tot el suport que m'han donat i animat a seguir endavant amb el projecte.

I a la Maria, per tota l'ajuda i els ànims que m'ha donat al llarg dels mesos de duració del projecte.

7. ANNEX

ÍNDIX

FIG. 3.1 Imatge de construcció de l'escola	pàg. 35
FIG. 3.2 Imatge del material del mur estructural	pàg. 35
FIG. 3.3 Plànol d'emplaçament de l'escola	pàg. 36
FIG. 3.4 Fotografia de la lona al pati	pàg. 37
FIG. 3.5 Fotografia del passadís de planta baixa	pàg. 37
FIG. 3.6 Fotografies de l'escola durant les votacions	pàg. 38
FIG. 3.7 Model enquestes i enquestes respostes	pàg. 39
FIG. 3.8 Fotografia del termòmetre ambiental a les aules de PB	pàg. 53
FIG. 3.9 Imatges exemple de la vàlvula termostàtica	pàg. 54
FIG. 3.10 Comparativa entre gràfiques de consum	pàg. 55
Fig. 3.11 Document requisits L.E.E.D	pàg. 57

Figura 3.1. Imatge de construcció de l'escola



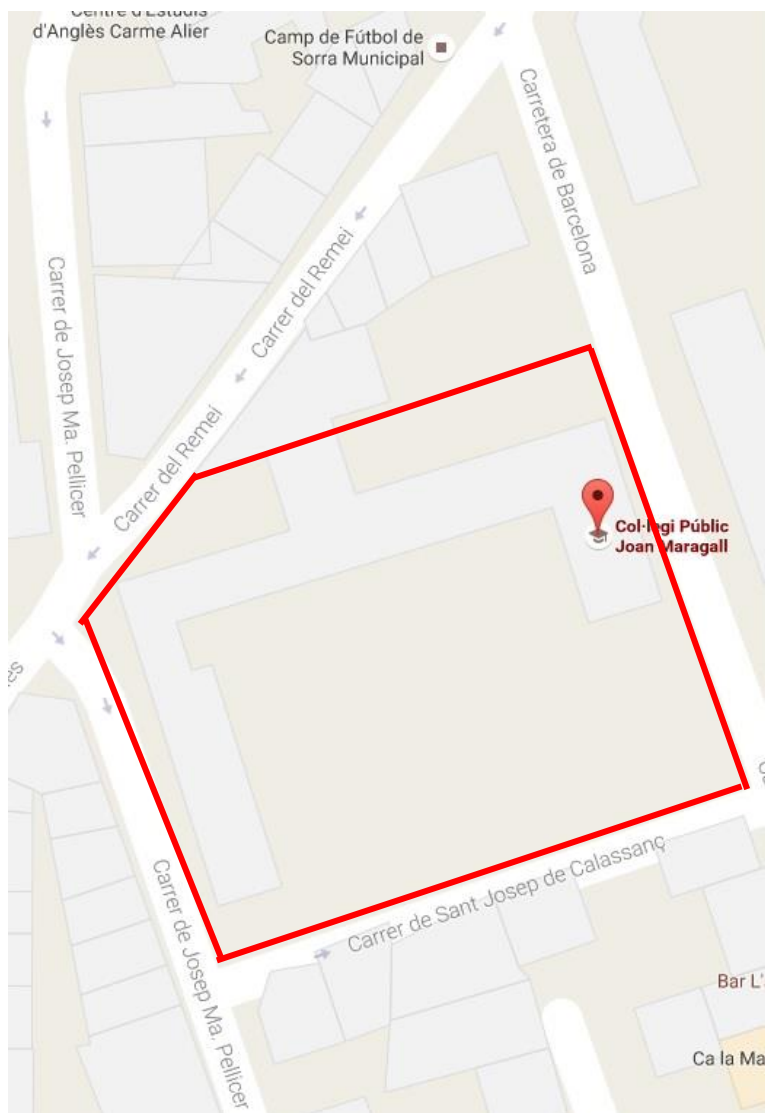
Imatge de la construcció de l'escola Joan Maragall. Data de la imatge, 1935. Extreta del llibre *L'abans de Ripoll : recull gràfic : 1878-1972*.

Figura 3.2. Material del mur estructural



Imatge dels materials que componen el mur de càrrega. Fotografia realitzada a la façana d'un dels edificis del carrer d'En Dama, de la ciutat de Ripoll.

Figura 3.3 Plànol d'emplaçament de l'escola



Plànol de l'emplaçament de l'edifici amb els carrers que el delimiten. Imatge extreta de l'aplicació de mapes web *Google maps*.

Figura 3.4 Fotografia de la lona al pati.



Imatge de la lona col·locada. Realitzada al nivell inferior del pati.

Figura 3.5 Fotografia del passadís de planta baixa



Imatge passadís de planta baixa com a zona de lleure. Fotografia fet amb permís de la directora de l'escola, però encara així, s'han difuminat les cares dels alumnes, al no tenir permís explícit dels pares.

Figura 3.6 Fotografies de l'escola durant les votacions



Fotografies realitzades de les aules durant les eleccions generals del dia 26/06/2016. Totes les imatges han estat fetes amb el permís de l'Ajuntament de Ripoll, el del president de cada taula electoral i amb els drets d'imatge cedits de tots els assistents de la taula. No sap fotografiat cap votació, ni s'ha violat cap dret d'intimitat.

Figura 3.7 Model de questionari

1. En quina aula o aules dones classes?
2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?
3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?
4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?
5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?
6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos.
7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)
8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera
9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?
10. Quins mesos podries donar classe de la teva assignatura a l'exterior?
11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants

Enquesta no validada d'elaboració pròpia. Els resultats es troben a les següents pàgines i el plànol on es van marcar els espais, es troba al final del treball amb resta de plànols. Es tracta d'uns plànols escanejats, ja que al seu moment es disposava dels plànols en format DIN-A2.

Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol) *1 CATALS HISTORIQUES*
2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures? *Pissarra blanca, PDI, neetbooks*
3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula? *Si s'adapta. Excepte els portàtils que son compèrhts i els hem d'anar a buscar.*
4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries? *No m'assec mai. Carvis sistemes en la distribució de taules... mobiliari.*
5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament? *No. fred a l'hivern i calor a l'estiu.*
6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos? *Si les obriu. Maig - juny*
7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort) *Ets molesta molt els sorolls externs degut al mal zellament de les finestres.*
8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera? *Depen les tasques a realitzar es canvia l'ordre.*
9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu? *A l'aula millors condicions. PDI actual. Millor temperatura i aïllament acústic.*
10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior? *Si trimestre (abril - maig - juny)*
11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants? *Si. A millors condicions ambientals més rendiment. Millor amb més espai. També depen de la distribució del mobiliari.*

Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

1

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol) **1**
MATES, LLENGUA, MEDI VALORS.
2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?
Un ordinador que funcioni, ports mòbils, finestres cortines.
3. L'aula s'adaptà a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?
Si forja.
4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?
Depend de l'assignatura i l'activitat.
5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?
No, a l'estiu molta calor!
6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?
Si - Maig, Juny.
7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)
Be' molt, sovint, les finestres no tanquen be' i se sent tot lo de l'exterior.
8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?
No, perquè tenim espai i podem modificar-ho si ho volem.
9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?
En principi si tots ls de la 3ra planta.
10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?
Maig, Juny, Setembre, Octubre.
11. Creus que l'aula influencia en el rendiment dels estudiants?
Si, perquè si ls condicions son ls optims es nens estant més atents i el rendiment és diferent.

2

Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)

Notes, Català, Castellà, Anglès, informàtica.

2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?

- En totes necessito una PDI, que ja faig servir.
- Necessito persianes modernes

3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?

Si, s'adapta a les meves necessitats. S'hauria de canviar la porta i canviar les persianes, ja que tenen un mecanisme antic.

4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?

Em moc i he de deixar persianes constantment pel sol. Depèn de les tasques a fer, em moc més o menys.

5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?

- A l'hivern fa una mica de fred a les 9h, ja que és una aula molt gran i costa que s'escalfi.

6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?

- Sí, durant tot l'any per ventilar. Les ~~meves~~ finestres de la meua aula són de les més fàcils d'obrir i tancar.

7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)

- Les finestres aïllen molt bé, però no la porta d'entrada, ja que se sent tot del passadís i de vegades costa treballar.

8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?

- Sí, si és necessari.

9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?

- Sí, l'aula de 6è aïlla molt poc.

A Totes les aules se sent molt el passadís, no aïllen les portes.

10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?

Cap.

11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?

Sí, molt.

- En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)
ANGLES, FRANCÈS, PLÀSTICA.
- Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?
ordinador, pissarra digital, un bon àudio, les pissanes
contines noves que tapin quan convé. Treure velles i
perilloses.
- L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?
algunes aules, especialment en les que faig plàstica.
es fan una mica petites.
- Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?
M'adapto de vegades voltes més, especialment quan faig
plàstica.
- Consideres que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?
Sí, habitualment fa calor, de vegades molta calor.
- A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?
Sí, setembre, maig i juny.
- Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)
De fet ja tinc per costum parlar fort.
En algunes aules tinc problemes amb l'àudio
- Ordenarieu l'aula d'una altra manera?
Com que no sóc tutor i vaig voltant diferents aules,
m'he d'adaptar a les diferents aules i a la seva
distribució
- Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requerieu?
En principi el més bàsic ja ho tenim
- Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?
Plàstica: setembre, abril, maig i juny; la resta
d'assignatures ho veig molt difícil
- Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?
Sí, tant les dimensions, com la distribució
i especialment la temperatura.

(4)

Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)
MATE - MÈD - CATALÀ - CASTELLÀ - PLÀSTICA - TUTORIA - VALORS.
2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?
En la majoria necessito una PDI i un ordinador en bones condicions. Sentint poca llum i per a l'aula?
3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?
Sí, s'adapta però necessitem uns bons bancs de finestres per poder fer bé la classe.
4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?
Depèn de l'assignatura volem més per l'aula i col·loco els nens en ~~altre~~ grups.
5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?
Les finestres són molt velles i a l'hivern es nota més el fred.
6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?
Sí, sobretot al juny, setembre, octubre...
7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)
Sí, per les finestres.
8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?
En plàstica s'ordenen més en grups.
9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?
10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?
Finals de maig, juny, setembre...
11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?
Sí, una bona condició influeix en el rendiment.

⊛ tant necessitarà una bona cortina.

D'altra banda les finestres són molt velles i se sent molt soroll al pati. Necessitarà una finestra amb un bon tancament.

En l'àrea de plàstic, necessitarà una aub més gran.

Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

(5)

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)

Religió:

2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?

Negent la pisana y taules jordinador. Dues
60000 costures.

3. L'aula s'adaptà a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?

No. Es petita i a vegades no hi cabem.

4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?

Notine PDI m persianes. Aïllament just
M'adapto al moment. A vegades no em puc
usar per grup.

5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?

NOIA l'hivern fa molt fred i a l'estiu
molt calor per culpa de les finestres.

6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?

Hi a l'estiu i tardor.

7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)

No. A vegades quan van a l'hor, n'.

8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?

Hi però m'hi espai

9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?

Hi però s'hi ocupada.

10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?

Del maig al octubre.

11. Creus que l'aula influencia en el rendiment dels estudiants?

Hi, perquè molts dies prenem molt
de temps fins que ens situem.

Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)
 + espai entre taules. 1 ordinador mestre que vagi bé.
2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?
 Aula gran, Notes / castells / castells / medi, portàtils
 Cortines per a no deixar passar la llum i veure bé.
3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a la PDI l'aula?
 No, caldria ser més gran i amb tocadors de llum que vagi bé. Cortines que no deixin passar llum.
4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?
 No adapto, falta espai pel nombre de veus. Els veus no veuen bé la PDI (portàtil).
5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?
 A l'estiu fa molta calor, no podem obrir bé finestres ni persianes ja que hi ha perill de treca.
6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?
 No, no puc per la raó que he dit anteriorment.
7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)
 Sí, quan els veus fan gimnàstica, molesta molt ja que els toca.
8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera? Molt no toquen bé.
 No puc.
9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?
 Sí, les altres paremides, no les de sobre el menjador.
10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?
 2 abril / maig / juny / setembre / octubre?
11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?
 Sí, no podem treballar bé amb la PDI pel problema de veure bé la pantalla. A mesos de maig, juny, setembre fa molta calor i no podem obrir finestres pràcticament.

Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

7.

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)

AULES DE MÚSICA

2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?

PDJ → CAP. D'ESPAI I LLUM (HIVERA MÚSICA DE COLECTIUS)

3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?

SÍ MÉS UN MÚSICA PDJ PERÒ MÚSICA. LES AULES DELS TUTOR.

4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?

L'ESPAI ESTÀ BÉ

5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?

SÍ DURANT ALS MESOS D'HIVERA.

6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?

SÍ, JUNY I JULY.

7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)

NO

8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?

NO

9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?

NO

10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?

DURANT TOT L'ANY.

11. Creus que l'aula influència en el rendiment dels estudiants?

SÍ TOTAMENT!

-| MÚSICA A L'AULES DE MÚSICA |

PERSONES

BONS TOLLS A LES FINESTRES

CORRIURES

BONS ORDINADORS

I PDJ

Jordi Marco Duran

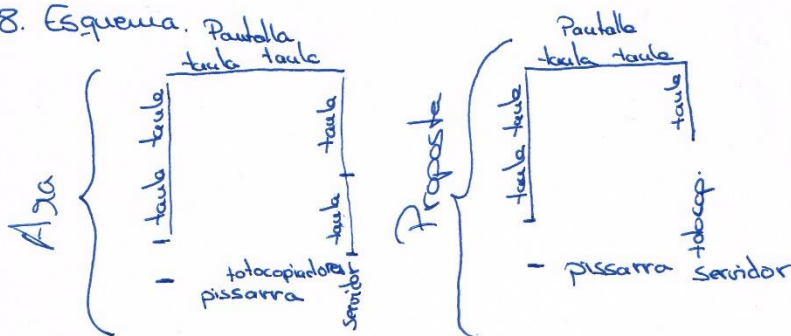
Ajuntament de Ripoll

8

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)
 Suport USEE
 Informàtica
2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?
 Aula informàtica → ordinadors que funcionin, projector, tauborels, i servidor que funcioni
3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula? Si - USEE
 Informàtica → Taria alguns canvis. Està a la resposta 8.
4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries? Espai és ampli i em permet tenir dos ambients. (USEE)
 Informàtica → em ~~puc~~ puc moure bé.
5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?
 Informàtica → no hi ha un bon confort tèrmic. Es passa calor tots els mesos de l'any.
6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?
 Informàtica → obro tots els mesos de l'any.
 USEE → Si, maig i juny
7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort) L'aula de la USEE no hi ha problema, però les aules de 3a planta se sent el soroll del pati
8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?
 USEE → No
 Informàtica → Si
9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requerieu?
 No
10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?
 Maig, Juny.
11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?
 No

2. USEE → ordinadors, arxius més consistentes, cadira de mestres.

8. Esquema.



Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

(9)

CORTINES

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)

TUTORIA: CATALÀ, CASTELLÀ MATEMÀTICA, MÈDIA
NATURALES 8.1

2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures? Substància: 8.2

PÍSSARRA DIGITAL, ORDINADORS 8.3
PEL·LÍCULES...

3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?

SI

4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?

EN MOC, PASSO PER TOTA LA CLASSE

5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?

NO.

6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?

JUNY, SETEMBRE

7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)

QUAN HI HAN MENS AL PATI
MOLESTA LA CLASSE

8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?

9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?

NO

10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?

Quan fa bon temps.

11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?

No

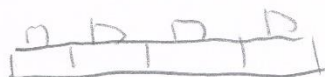
Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll

(10)

1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)
10. 1. Català, Matemàtiques, Castellà, Tècnica,
2. Informàtica. 3. Refectori i Refectori 5 Refectori
2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?
1- emmagatzematge, forat la finestra,
3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?
Si.
4. Com utilitzes l'espai? Com l'utilitzaries?
Moure's. Estanteries nota la finestra.
5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?
Molta calor a l'hivern, sobretot a la primavera.
6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?
Si, juny.
7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)
No.
8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?
Si, posar-la a l'altre banda.
9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?
Si 10.3.
10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?
Setembre, octubre, març, juny.
11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?
No.

A l'hora de copiar a l'aula



Jordi Marco Duran

Ajuntament de Ripoll



1. En quina aula o aules dones classes? (Senyalar al plànol)

Aula de P-3

2. Quines necessitats té la teva assignatura o assignatures?

foscor per la persona. Mobilitat de mobiliari
Per a l'aire a l'aula.

3. L'aula s'adapta a les vostres necessitats? En cas contrari, com us adapteu a l'aula?

Si, es molt flexible en funció de les necessitats

4. Com utilitzeu l'espai? Com l'utilitzaries?

En funció de l'activitat o utilitzo en a diferents espais.

5. Considereu que teniu les condicions de confort tèrmic idònies, tant a l'estiu com a l'hivern? Hi ha alguns mesos en particular que tèrmicament s'està malament?

Sobretot calor.

6. A l'estiu utilitzeu les finestres com a elements reguladors de temperatura? En quins mesos?

Si -

7. Hi ha algun problema acústic dintre de l'aula? Algun cop has notat que els alumnes del fons no escolten bé? (reverberacions, ecos, heu de parlar més fort)

No. L'únic que cal barrejar per a l'aire de no estar.

8. Ordenaríeu l'aula d'una altra manera?

Si el nivell de persona ~~person~~ PDI baixa
Perfums baixos - menys petits

9. Hi ha un altre aula que presenti les necessitats que requeríeu?

No

10. Quins mesos podries donar classes de la teva assignatura a l'exterior?

Qualsevol mes de l'any.

11. Creus que l'aula influeix en el rendiment dels estudiants?

Si l'organització en funció de la mobilitat

Figura 3.8 Fotografia de termòmetre ambiental a les aules de PB



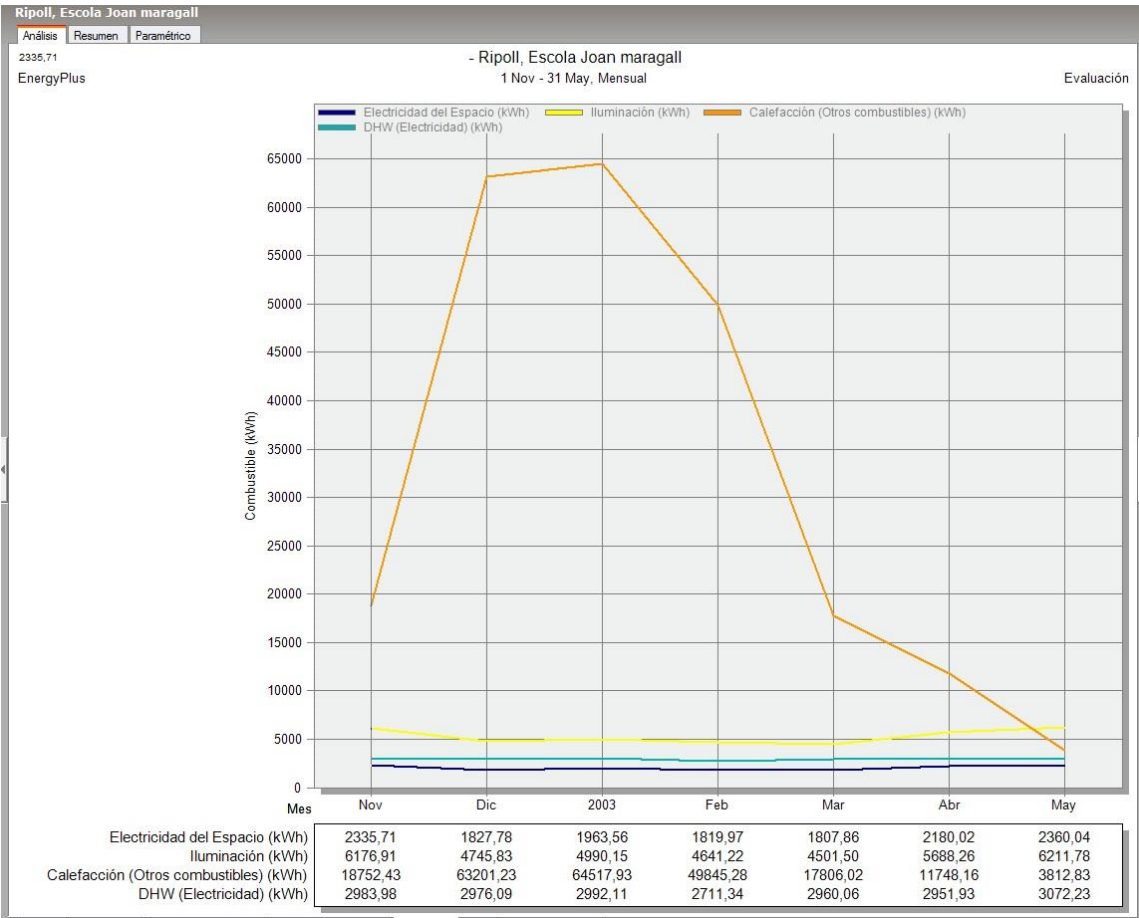
Imatges captades al moment de prendre les temperatures ambientals amb un termòmetre ambiental, a dos aules de planta baixa de l'escola, al mateix dia i la mateixa hora. La fotografia de l'esquerra es tracta d'un aula orientada a sud, on rep directament la radiació solar. El de la dreta és l'aula a l'est de planta baixa, on es va comentar el problema de confort tèrmic durant les enquestes. Queda demostrat que existeix un problema tèrmic a l'aula esmentat.

Figura 3.9 Imatges exemple de la vàlvula termostàtica

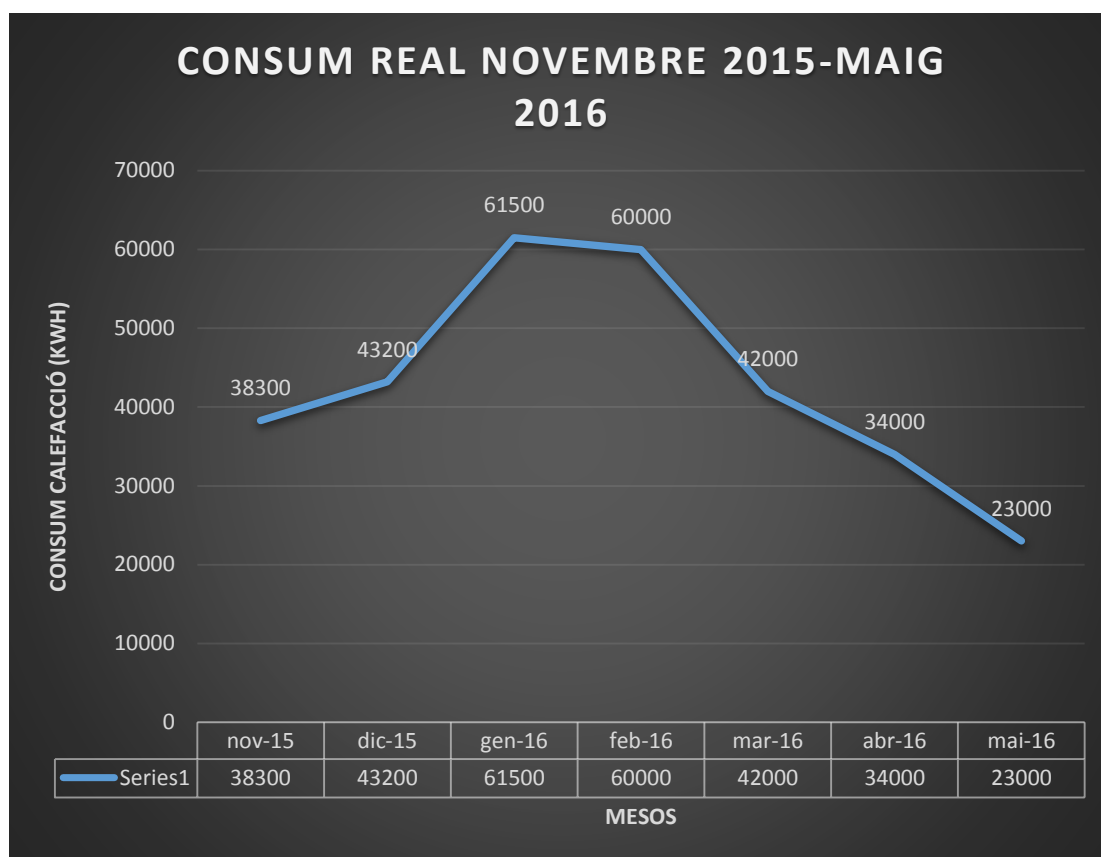


Imatges de la vàlvula termostàtica digital. Aquesta peça permet escollir la temperatura a l'interior de l'aula i programar els radiadors. La fotografia s'ha extret del catàleg online de l'empresa *Kw Solar*. S'utilitza la imatge, amb finalitats acadèmiques, per demostrar l'existència i comercialització d'aquests elements.

Fig. 3.10 Comparativa entre el resultat de Design Builder amb el consum real



Gràfica i taula amb les dades de consum de l'escola Joan Maragall a l'actualitat. S'han obtingut mitjançant la simulació energètica del *Energy Plus*, del *Design Builder*.



Gràfica i taula amb les dades de consum de calefacció reals de l'escola Joan Maragall a l'actualitat. Les dades han estat cedides per l'Ajuntament de Ripoll amb conjunt de l'Agència de Desenvolupament del Ripollès. Taula cedida per l'Ajuntament, adjuntada seguidament.

Fig. 3.11 Document requisits L.E.E.D

El següent escrit està elaborat emprant com a element referencial el document LEED V4 2013 PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS.

Pàgina 11. LEED PARA LOCALIZACIÓN EN DESARROLLO URBANO **8-15 punts**

A l'escola Joan Maragall, anualment assisteixen un **total de 273 alumnes**. Cinc d'ells viuen a **Les Lloses**, població situada a 11 km. de Ripoll (aproximadament 16 minuts en transport privat o autocar). Cal remarcar que aquests estudiants disposen d'un servei de transport d'autocar que ofereix de manera gratuïta l'escola. Els alumnes restants viuen en diversos barris de la ciutat

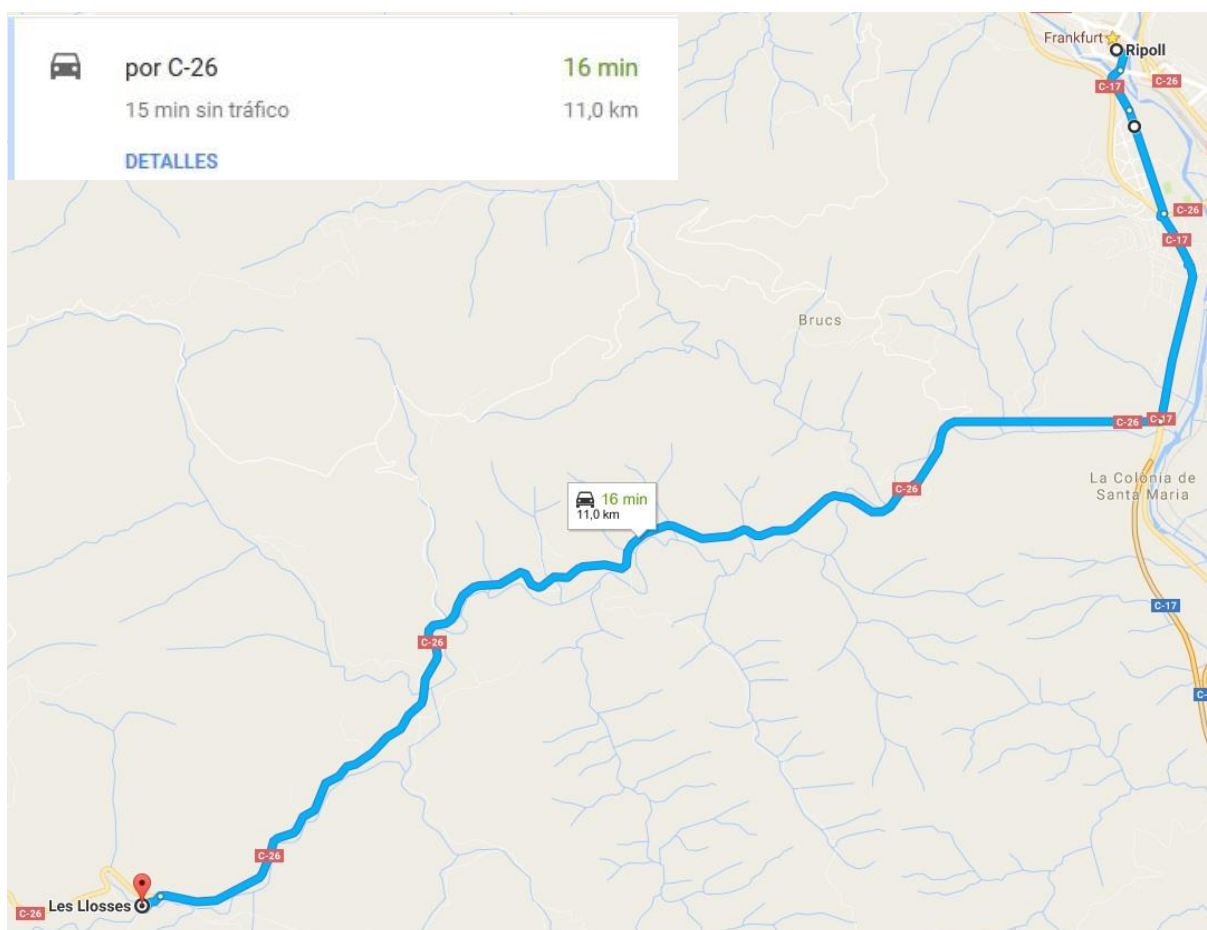


Fig. 1 Mapa amb la distància en km i temps aproximat de recorregut des de la població de les Lloses fins Ripoll. Extret de l'aplicació web *Google Maps*

Per poder considerar que l'edifici es troba a una distància accessible a peu, el trajecte a recórrer des del domicili fins aquell no ha d' excedir el kilòmetre.

Per corroborar aquesta proximitat, s'ha traçat al voltant de l'escola una circumferència d'1 Km de radi. Tal i com es pot observar, els límits de la ciutat queden compresos dins d'aquesta.



Fig. 2 Circumferència amb radi de un kilòmetre, amb punt d'origen el centre escolar. Realitzat sobre el plànol de la ciutat cedit per ICGC.

Així doncs, com s'ha demostrat; la distància que existeix entre els habitatges dels usuaris i el centre escolar, està inclosa dins del radi màxim acceptat pel LEED d'acord a l'objectiu d'augmentar l'habitabilitat i millora de la salut humana afavorint l'activitat física diària. D'aquesta manera es pot determinar que no és un requisit de necessitat implementar un sistema de transport públic a la ciutat, per arribar a l'edifici.

D'altra banda, s'ha d'afegir que només la minoria d'alumnes residents fora de Ripoll requereixen un sistema de transport col·lectiu, que ja ha assignat l'escola.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 15 PUNTS

Pàgina 12. PROTECCION DE SUELO SENSIBLE
1-2 punts

Així doncs, com s'ha demostrat; la distància que existeix entre els habitatges dels usuaris i el centre escolar, està inclosa dins del radi màxim acceptat pel LEED d'acord a l'objectiu d'augmentar l'habitabilitat i millora de la salut humana afavorint l'activitat física diària. D'aquesta manera es pot determinar que no és un requisit de necessitat implementar un sistema de transport públic a la ciutat, per arribar a l'edifici.

- D'altra banda, s'ha d'afegir que només la minoria d'alumnes residents fora de Ripoll requereixen un sistema de transport col·lectiu, que ja ha assignat l'escola.



Fig. 3 Mapa de zones amb risc d'inundacions de la ciutat de Ripoll. Extret del document *Mapes de perillositat i risc al districte de la conca fluvial de Catalunya*, realitzat pel Departament de Territori i sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 2 PUNTS

Pàgina 18. ACCESO A TRANSPORTE PÚBLICO DE CALIDAD
1-6 punts

Aquest apartat té com a objectiu la reducció de l'ús de vehicles de motor, a fi i efecte de disminuir les emissions de CO₂; i planteja una assignació de punts a partir d'un sistema de transport públic. Com s'ha esmentat al punt de "Localización en desarrollo urbano", el 98% dels usuaris es troben a una distància interior a 1 km. mentre que la resta es troben a major distància, i aquests ja disposen d'un servei ofert per l'escola de recollida conjunta en autobús. Llavors, es demostra que no és necessari un sistema de transport públic i s'assignen 5 punts directament.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 5 PUNTS

Pàgina 22. INSTALACIONES PARA BICICLETAS
1 punt

Per aconseguir aquest punt es proposa un aparcament per bicicletes al solar de l'edifici. Es demana un mínim per cobrir el 5% del total dels usuaris de l'edifici, sense comptar les persones menors de 8 anys. El total d'usuaris, comptant alumnes i professors és de 293 persones. D'aquestes, 150 són menors de 8 anys, llavors es posarà un pàrquing per bicicletes de $143 \cdot 0,05 = 7,15$ places.

S'ubica aquest pàrquing a la zona on està actualment el pàrquing de cotxes.



Fig. 4 Plànol d'ubicació del pàrquing de bicicletes.

Pel que fa referència a la dutxa i vestuari que va acompanyat d'aquest requeriment, a la segona planta existeix una dutxa adaptada, la qual el passadís des de la qual s'accedeix es pot transformar en un vestuari. Com el número d'usuaris (no estudiants) que necessiten una dutxa és inferior a 100 persones, amb una dutxa hi ha suficient.



Fig. 5 Plànol d'ubicació de la dutxa i vestuari a planta segona, realitzat amb el programa *Autocad*.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

Pàgina 33. DESARROLLO DE LA PARCELA – PROTEGER O RESTAURAR EL HABITAT
1-2 punts

Es demana realitzar una restauració de les àrees naturals i promoure la biodiversitat. Com es pot veure a la foto del procés de construcció de l'edifici, la parcel·la on s'ha ubicat no comptava amb cap tipus de vegetació ni àrea natural. Però després de la finalització de les obres, es van afegir arbres, zones verdes i un hort, al perímetre de l'escola.



Fig. 6 Imatge de la construcció de l'escola Joan Maragall. Data de la imatge, 1935. Extreta del llibre *L'abans de Ripoll : recull gràfic : 1878-1972*.



Fig. 7 Imatge del nivell inferior del pati de l'escola.



Fig. 8 Imatge del hort al nord-oest de l'edifici.

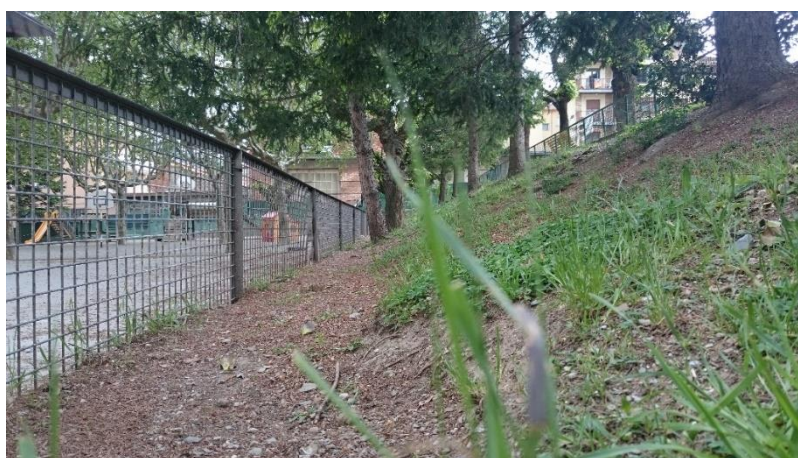


Fig. 9 Imatge del desnivell entre terrenys amb vegetació.

Per tal de complir el propòsit plantejat en l'apartat, s'hauria de seguir la opció proposada número 2, que consisteix en restaurar el 30% del total de la parcel·la. Aquesta superfície és de 5000 m², on el 30% són 1320 m².

Tanmateix cal fer esmena de que el pati interior de l'escola (on no està la pista de basquet – futbol) ja compta amb 1700 m² restaurats amb arbres i vegetació natural, superant el mínim requerit per aquest apartat.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 2 PUNTS

[Pàgina 35. ESPACIO ABIERTO](#)

1 punt

Es determina que gràcies a la presència d'un espai exterior annex a la edificació de mesures superiors o iguals al 30% de la parcel·la (el 25% d'aquestes han de ser àrees amb vegetació) suposa la obtenció de 1 punt en la classificació. L'argumentació anterior demostra que compleix aquest requisit.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

Pàgina 48. USO CONJUNTO DE INSTALACIONES**1 punto**

Aquest apartat recull la necessitat de compartir les instal·lacions de l'edifici i de la parcel·la amb activitats diferents a les destinades a la docència. Els espais que ha de compartir són:

- Gimnàs
- Cafeteria
- Aules
- Camps de joc

L'escola, al ser pública i propietat de l'ajuntament, utilitza aquest espai no només com a centre docent, si no que també l'aprofita per realitzar les votacions durant les eleccions generals, municipals i regionals. A demés, durant el període de vacances escolars les instal·lacions estan emprades per a les activitats de lleure de l'esplai d'estiu.

Les tasques anteriorment esmentades sempre utilitzen els espais compartits, de manera que en aquest apartat es pot atribuir la puntuació màxima susceptible de ser obtinguda

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

Pàgina 54. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL EXTERIOR**1-2 puntos**

Es té com a objectiu reduir el consum d'aigua exterior un 50%. L'aigua que requereix la parcel·la de l'edifici està únicament destinada al reg de la vegetació proximal. Anualment la ciutat de Ripoll registra aproximadament un total de 960 L de pluja per metre quadrat segons els valors registrats per el Idescat (Institut d'Estadística de Catalunya), fet que evidència la no necessitat d'un sistema de reg diari. A fi i efecte de optimitzar al màxim l'aigua de les abundants precipitacions, es planteja un sistema de recollida d'aigües dels baixants de les canonades de la coberta durant els mesos d'estiu, per mitjà d'un sistema d'emmagatzematge i bombes d'impulsió, per tal reaprofitar l'aigua de pluja; i un sistema de reg automàtic per tal de subministrar el volum d'aigua obtingut de manera eficient.

Segons les dades de l'estació meteorològica de la ciutat, en el darrer any, s'han registrat un total de 27 dies de pluja durant els mesos de juny, juliol i agost, amb unes precipitacions de 57 a 85 litres/m². Aquests valors demostren que, malgrat es produís un any amb numero de dies de precipitacions, aquestes són de gran quantitat, fet que permetria la seva recollida i posterior lliure utilització.

En la següent imatge es pot apreciar el mètode que es proposaria per a la recollida de les precipitacions anuals que es donessin a la ciutat. Segons les dades de l'estació meteorològica

de la ciutat, en l'últim any, s'han registrat fins 27 dies de pluja durant els mesos de juny, juliol i agost, amb unes precipitacions de 57 a 85 litres/m². Això demostra que encara que hi hagi un baix número de dies de pluja, són de gran quantitat i que es podrien recollir per tal de reaprofitar-la.

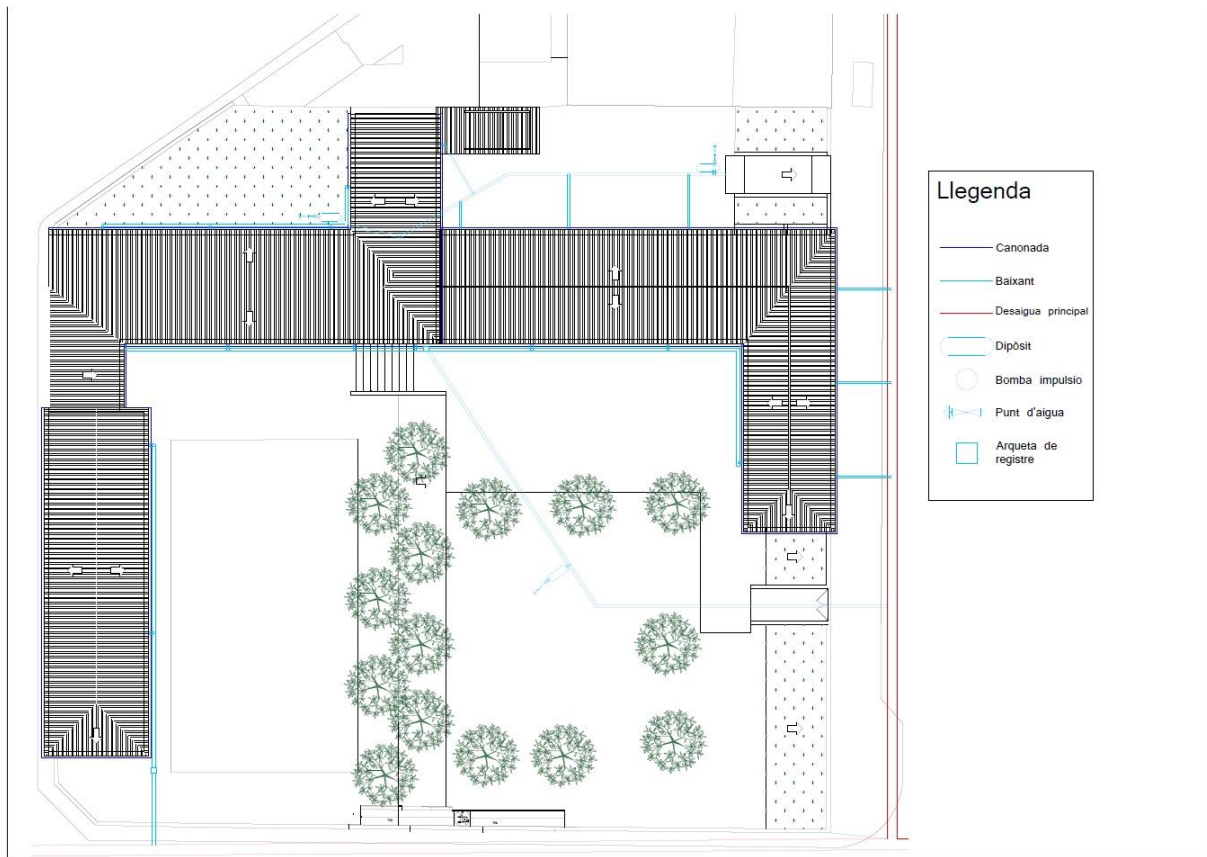


Fig. 10 Plànol de baixants pluvials i proposta de recollida d'aigües

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 2 PUNTS

Pàgina 55. REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR
1-7 puntos

Aquest apartat proposa una reducció de l'aigua utilitzat a l'interior de l'edifici.

Un sistema que es podria aplicar seria la de utilitzar plantes vegetals depuradores per filtrar l'aigua.

Es proposa un sistema de depuració d'aigües mitjançant un "*lecho de plantas de microfitas vertical*" a 3 nivells. Es col·locaria al perímetre de la parcel·la, eliminant la rampa existent i creant-ne una de nova aprofitant el pendent que hi ha entre els dos nivells, però amb una pendent més baixa. El sistema s'abastaria del recorregut dels baixants de la cuina i lavabos de la zona oest de l'edifici per filtrar l'aigua i poder reutilitzar-la.

Aquest sistema permet la neteja d'aigües grises dels lavabos (amb restes de carbonatació) i de la cuina (amb restes de nitrogen i fòsfors).

Aquest sistema consta d'un primer procés de cribat (neteja de restes de partícules grans o mitjanes). Aquest procés es realitzaria mitjançant un filtre, ubicat a un espai habilitat i tancant. Un cop neta de les partícules, l'aigua es desplaçaria cap als nivells on es troben les plantes. Al primer nivell, es degraden els materials orgànics a nivell microscòpic degut a les bacteries que es formen a base de les plantes. Al segon, utilitza una base de sorra recoberta de graves que netegen l'aigua dels nitrògens. I per últim, el tercer nivell es filtra l'aigua amb juncs on s'extreuen els fòsfors. La duració d'aquest procés és de 4 dies. El volum d'aigua filtrada és variable, i depèn molt del volum d'aigua que rep i la capacitat de filtració de les plantes.

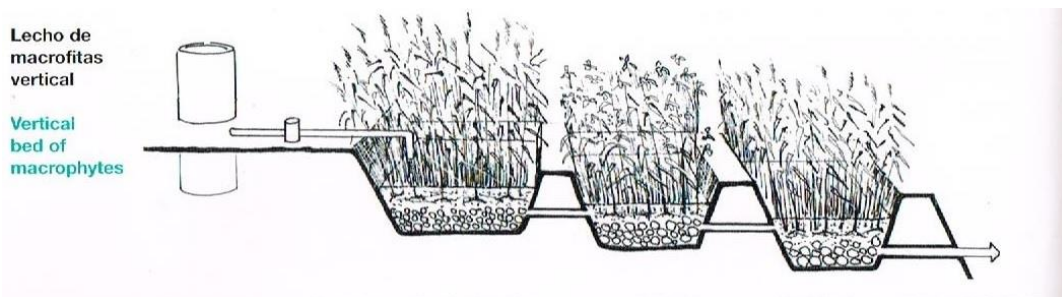


Fig. 11 Esquema del sistema del *lecho de macrofitas vertical*. Imatge extreta del llibre Waterscapes, El tratamient de aguas residuales mediante sistemas vegetales

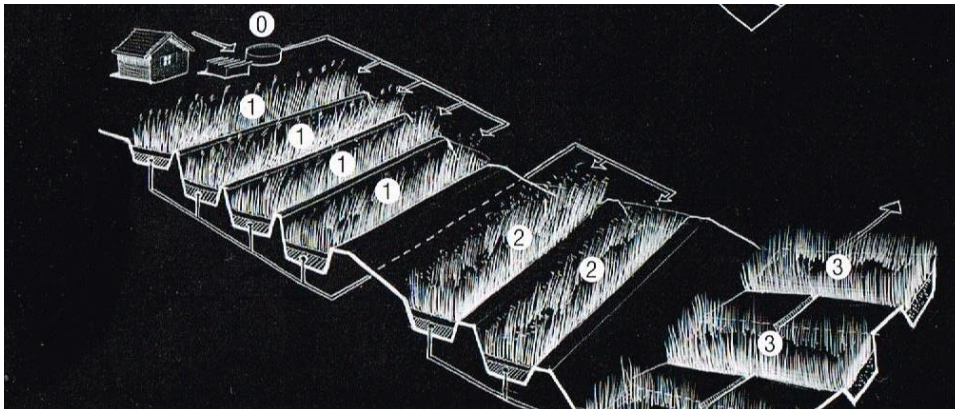


Fig. 12 Esbós del sistema del *lecho de macrofitas vertical*. Imatge extreta del llibre Waterscapes, El tratamiento de aguas residuales mediante sistemas vegetales

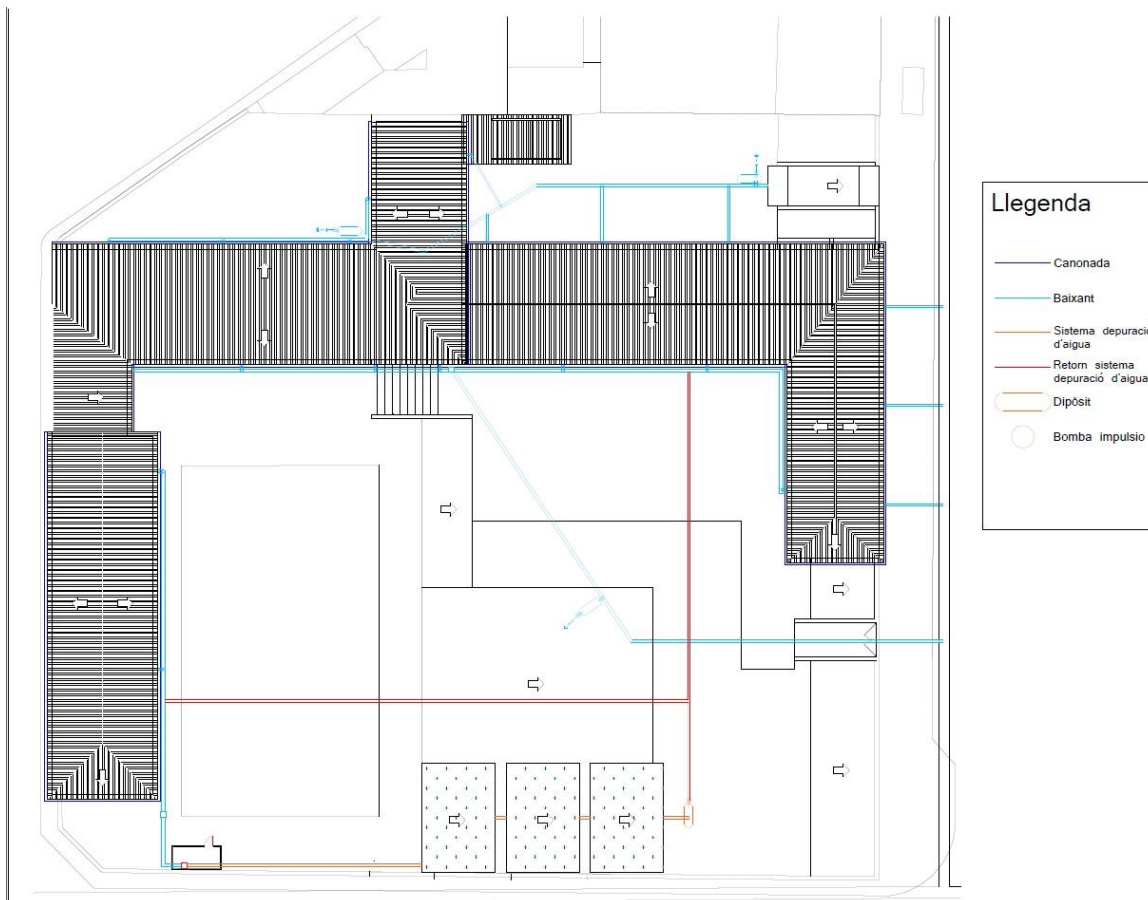


Fig. 13 Plànol del sistema del *lecho de macrofitas vertical*

Aquestes aigües filtrades podrien abastar les cisternes dels lavabos, així reduint el consum d'aigua potable. Degut a que aquest sistema no té un rendiment constant i uns resultats controlats, s'assignen 5 punts en aquest apartat.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 5 PUNTS

Pàgina 59. CONTADORES DE AGUA
1 punto

Es requereix la presència de comptadors d'aigua en els sistemes de:

- Reg
- Aparells de fontaneria
- Aigua calenta sanitària
- Caldera de calefacció (biomassa en aquest cas)

Un cop estiguin posats i es puguin parametritzar de manera exacte els consums en aquests sistemes, s'estudiarà com reduir el consum, i es podrà quantificar quina ha estat la millora. Es per aquest motiu que en aquest s'obtindria **1 punt**.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

Pàgina 71. OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA
1-16 puntos

Es proposa realitzar una simulació energètica de l'edifici per tal de poder fer propostes i comptabilitzar quina ha estat la millora obtinguda amb l'aplicació aquestes.

Per mitjà del programa Design Builder, s'ha realitzat un model energètic que permet quantificar el consum actual de l'edifici i veure, posteriorment segons les aportacions de millora suggerides, quina reducció dels valors s'ha obtingut.

A nivell de calefacció (kWh calories) i de consum elèctric d'il·luminació (kWh elèctric) s'ha aconseguit una reducció de més d'un 50% de tots dos valors, al modificar el tancament de l'edifici i corregir el perfil de l'usuari, pel primer; i establint grups de control a la lluminària, pel segon.

A continuació es mostra una taula que permet observar les diferències obtingudes en valors de kWh entre el consum actual de l'edifici i el que s'obtindria en realitzar les millores.

	Estat actual de l'edifici	Model energètic millorat
Electricitat de l'Espai	1963,56 kWh	1963,56
Il·luminació	4990,15 kWh	1652,54 kWh
Calefacció (altres combustibles)	64528,68 kWh	27553,34
DHW (Electricitat)	2992,11 kWh	2992,11 kWh

Fig. 14 comparativa pre i post modificacions al model energètic

Segons el nombre de propostes de millores a aplicar i la reducció del consum energètic que se'n derivaria la puntuació a obtenir en aquest apartat és de **16 punts**.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 16 PUNTS

[Pàgina 74. CONTADOR DE ENERGÍA AVANZADO](#)**1 punto**

Aquest punt, al igual que al punt de “contadores de agua” proposa afegir comptadors als sistemes de l'edifici:

- Comptador al sistema de biomassa (ja existent)
- Comptador al sistema elèctric

Aquells haurien de ser implementats compartint les següents característiques:

- Permanentment instal·lats
- Els comptadors elèctrics han de poder dir el consum i la demanda
- Ha de tenir un sistema registre de dades
- Emmagatzemar fins a 36 mesos de dades
- Accessibilitat a les dades a distància
- Han de tenir una precisió amb capacitat de donar informes tant a nivell diari com a nivell anual
- Actualment cap dels dos sistemes compten amb un comptador amb les característiques esmentades anteriorment, però un cop posades s'obtindria la puntuació.

Actualment cap dels dos sistemes compten amb elements de mediació amb les característiques esmentades anteriorment, però un cop posades s'obtindria la puntuació.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

[Pàgina 75. GESTION MEJORADA DE LOS REFRIGERANTES](#)**1 punto**

Aquest apartat té el propòsit de reduir el consum d'energia en el sistema de refrigeració de l'edifici. Al **no** comptar amb un sistema de refrigeració, es pot donar el punt sencer, ja que la normativa L.E.E.D permet donar un punt si no hi ha refrigeració.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

Pàgina 89. REVELACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL EDIFICIO – FUENTES PRIMARIAS

1-2 puntos

Aquest apartat té com a objectiu aconseguir que tot el material nou que s'afegeixi a l'edifici de manera permanent, vingui amb informació sobre el cicle de vida i el seu impacte ambiental. Com a requisits específics es demana que el material sigui capaç de tenir almenys una d'aquestes propietats:

Responsabilidad extendida al productor. Productos adquiridos a un fabricante (productor) que participe en un programa de responsabilidad extendida al productor o sea directamente responsable

de la responsabilidad extendida al productor. Los productos que cumplen los criterios de responsabilidad extendida al productor se valoran al 50% de su coste para los propósitos de cálculo para lograr el crédito.

- *Materiales con base biológica.* Los productos con base biológica deben cumplir la Norma de Agricultura Sostenible de la Red de Agricultura Sostenible. Las materias primas con base biológica se deben probar usando el Método de Prueba D6866 de ASTM y tienen que ser legalmente recogidas, tal como definan los países exportadores e importadores. Excluir productos de piel tales como cuero y otros materiales procedentes de la piel de animales. Los productos que cumplan los criterios de materiales biológicos se valoran al 100% de su coste para los propósitos de cálculo para lograr el crédito.
- *Productos de madera.* Los productos de madera deben ser certificados por el Consejo Regulador de Bosques (FSC) o el equivalente aprobado por el USGBC. Los productos que cumplan los criterios de productos de madera se valoran al 100% de su coste para los propósitos de cálculo para lograr el crédito.
- *Reutilización de materiales.* La reutilización incluye productos recuperados, rehabilitados o reutilizados. Los productos que cumplan los criterios de reutilización de materiales se valoran al 100% de su coste para los propósitos de cálculo para lograr el crédito.
- *Contenido en reciclados.* El contenido en reciclados es la suma del contenido en reciclados postconsumidor más la mitad del contenido en reciclados pre-consumidor, en función del coste. Los productos que cumplan los criterios de productos de contenido en reciclados se valoran al 100% de su coste para los propósitos de cálculo para lograr el crédito.
- *Programa aprobado por USGBC.* Otros programas aprobados por USGBC que cumplan los criterios de liderazgo en la extracción.

Si els nous materials que s'afegeixen tota la informació del cicle de vida i impacte ambiental, s'aconsegueixen els 2 punts

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 2 PUNTS

Pàgina 99. GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
1-2 puntos

Aquest apartat té el propòsit de reduir els residus de contaminació deguts a les obres o demolicions i fomentar la reutilització i reciclatge dels materials.

Si es duen a terme les modificacions anteriorment esmentades a l'apartat de modelatge energètic, tenint en compte que les restes que generaran els materials que s'utilitzin a les obres, pugin ser separats en 4 materials diferents i no abocats al mateix contenidor d'enderrocs; llavors s'aconsegueixen 2 punts.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 2 PUNTS

Pàgina 110. ESTRATEGIAS MEJORADAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR
1-2 puntos

Aquest punt vetlla per la qualitat de l'aire interior, amb la finalitat d'afavorir el confort, benestar i productivitat dels alumnes i treballadors de l'edifici treballat.

Per tal d'assegurar una renovació d'aire contínua i de qualitat, es planteja la implementació de sistemes de reixetes modulables a les façanes de l'escola

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

[Pàgina 119. CONFORT TÈRMICO](#)**1 punto**

Aquest apartat vetlla pel confort tèrmic dels usuaris. Com s'ha pogut veure al projecte, una de les queixes era que no hi havia una independència en els espais en el sistema de calefacció de l'edifici, si no que funcionava encenent-se a nivell de tota l'escola. Amb la proposta de les manetes termoreguladores, s'aconsegueix aquesta configuració tèrmica més específica dels espais.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT[Pàgina 121. ILUMINACIÓN INTERIOR](#)**1 punto**

Aquest apartat vetlla pel confort lumínic dels usuaris. Amb la simulació lumínica feta amb el programa Revit, s'ha demostrat que l'aula compta amb els lux mínims per treballar (mínim de 500 lux a 80 cm del terra).

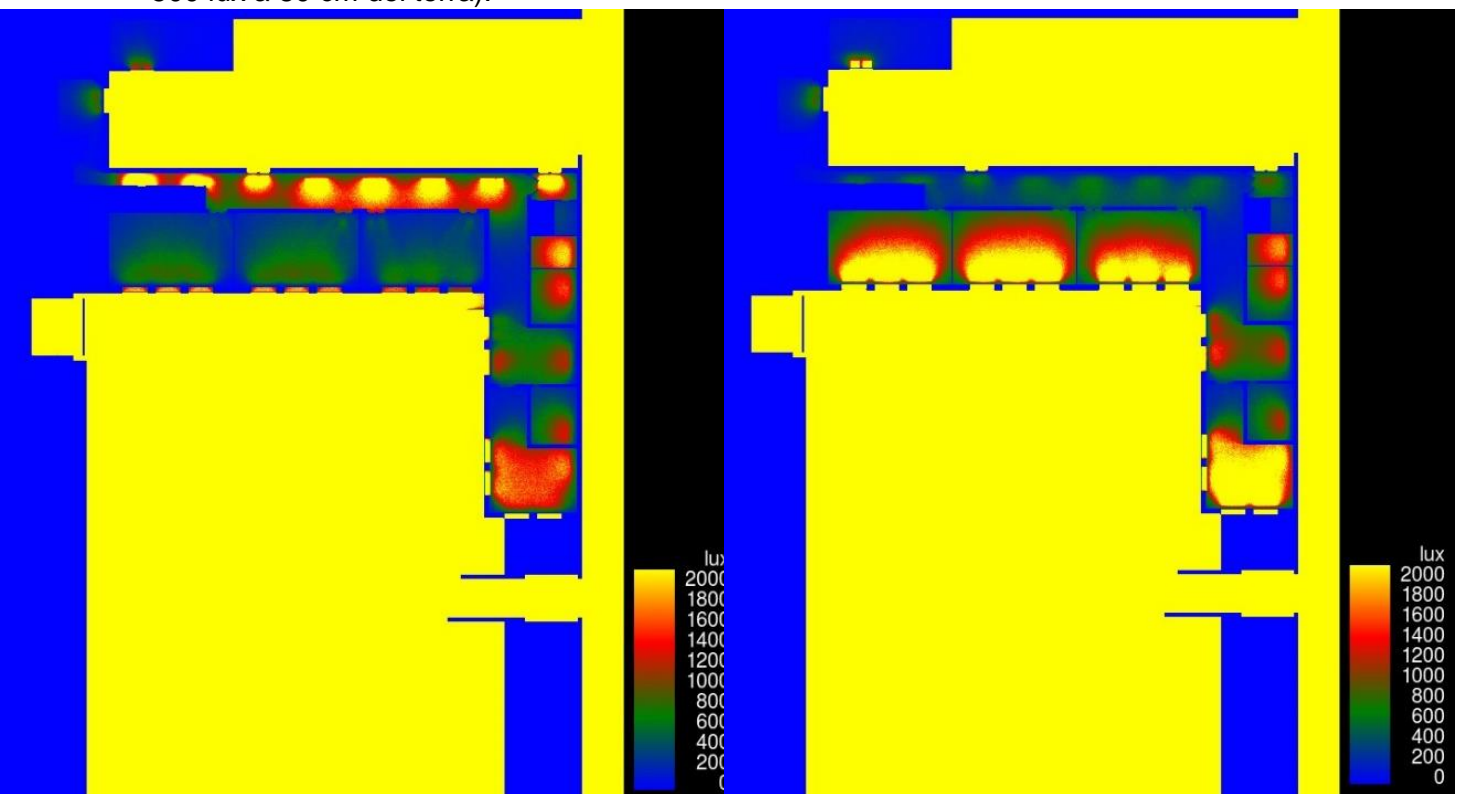


Fig. 15 Simulació lumínica realitzada amb el Revit.
Esquerra: Simulació feta amb data 23/06/2016 (estiu)
Dreta: Simulació feta amb data 23/12/2015 (hivern)

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

[Pàgina 123. LUZ NATURAL](#)**1-3 puntos**

Aquest apartat té com a requisit l'ús de la llum natural per il·luminar els espais. La simulació feta a l'anterior apartat ha sigut totalment feta amb llum natural. Llavors s'obté la totalitat dels punts al assolir els mínims requerits pels espais amb llum natural.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 3 PUNTS

[Pàgina 123. VISTAS DE CALIDAD](#)**1-2 puntos**

Aquest punt demana que els usuaris tinguin vistes de qualitat. Es a dir una connexió amb l'ambient natural exterior.

Totes les aules i sales ocupades, compten amb finestres. Es compleix els mínims de tenir vistes a flora i feina (el pati), objectes en moviment, els usuaris del pati i el carrer, i els objectes més propers estan a mes de 7,5 m (els arbres)

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 2 PUNTS

[Pàgina 123. EFICIENCIA ACÚSTICA](#)**1-2 puntos**

Aquest punt vetlla que els usuaris tinguin un confort acústic i espais amb qualitat acústica per dur a terme les seves activitats. Des d'un punt de vista d'aïllament acústic, l'únic problema que presenta l'edifici es que a les aules on la fusteria de les obertures són de fusta, hi ha un insuficient aïllament de l'exterior. En termes d'acondiciament acústic, per part dels usuaris no ha hagut cap queixa. Encara que s'hauria de calcular el temps de reverberació de les aules, perquè sigui menor de 0,6 s. En cas de no aconseguir-ho, es plantejaria un canvi de materials o la forma de la volumetria de l'espai per tal d'arribar a aquell valor.

Pel que fa el soroll del sistema de calefacció, no haurà de generar més de 35 dBA, pel que si fos necessari aïllar acústicament la font de soroll.

Un cop aconseguits tots aquests requisits s'obtenen 2 punts

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 2 PUNTS

[Pàgina 132. INNOVACIÓN](#)

1-5 puntos

En aquest apartat es busca que els sistemes de l'edifici aconseguixin una eficiència més alta mitjançant la producció d'energia d'altres maneres. Un exemple seria afegir un sistema de producció elèctrica mitjançant el moviment de l'aigua als baixants tant sanitaris com pluvials. Si s'aconsegueix implementar, provar i es demostra que aquest nou sistema genera energia, s'aconsegueix un punt.

PUNTUACIÓ OBTINGUDA: 1 PUNT

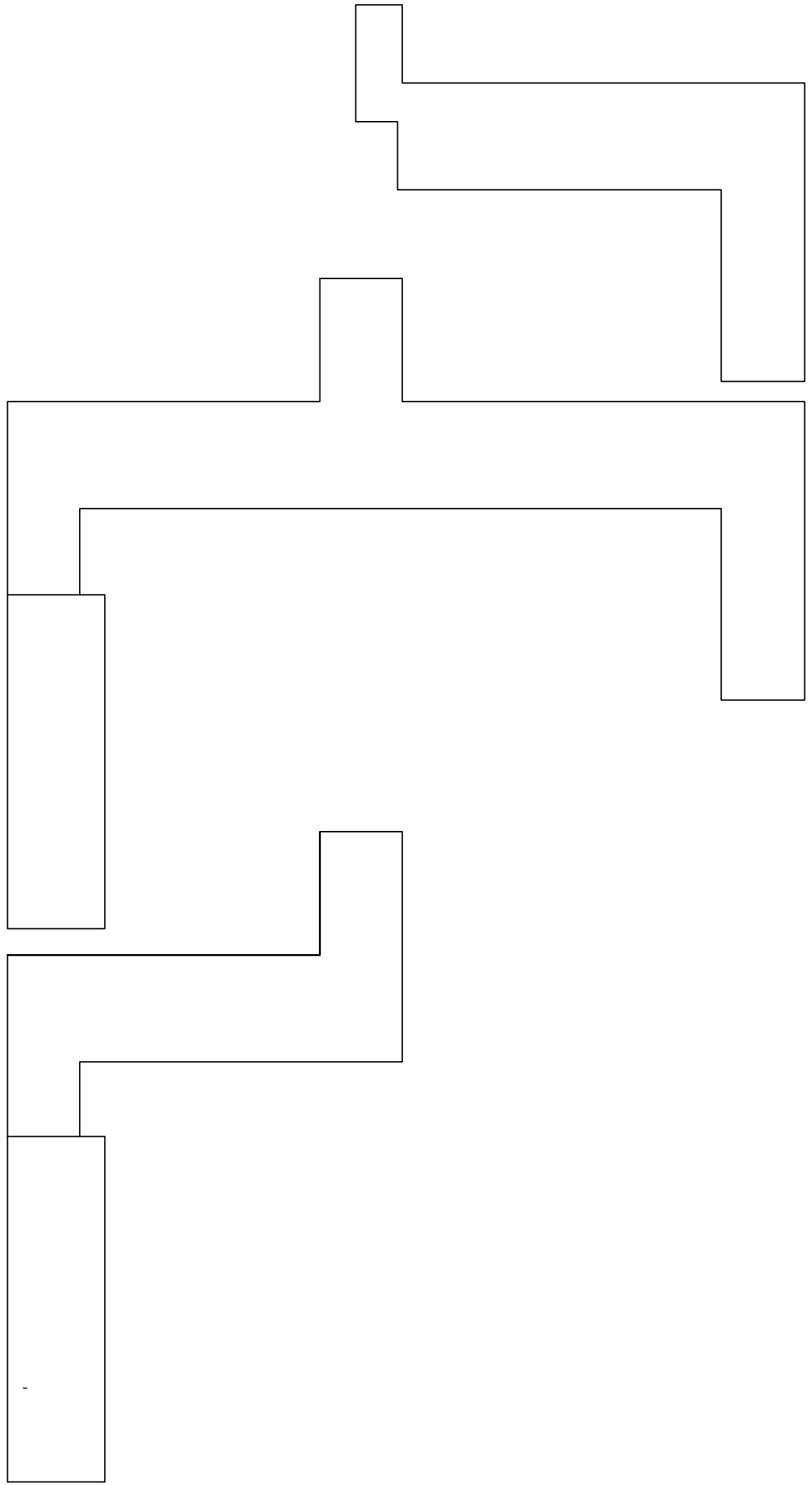
8. ÍNDEX DE PLÀNOLS



PLÀNOL DE FORMES DE PLANTES	1
PLÀNOL DE PLANTA BAIXA	2
PLÀNOL DE PLANTA PRIMERA	3
PLÀNOL DE PLANTA SEGONA	4
PLÀNOL TIPUS D'ESPAIS PLANTA BAIXA	5
PLÀNOL TIPUS D'ESPAIS PLANTA PRIMERA	6
PLÀNOL TIPUS D'ESPAIS PLANTA SEGONA	7
PLÀNOL D'EVACUACIÓ	8
PLÀNOL DE CALEFACCIÓ PLANTA BAIXA	9
PLÀNOL DE CALEFACCIÓ PLANTA PRIMERA	10
PLÀNOL DE CALEFACCIÓ PLANTA SEGONA	11
PLÀNOL DE CALEFACCIÓ SALA DE CALDERES	12
PLÀNOL ALÇAT SECCIÓ AULA - VEGETACIÓ	13
PLÀNOL DE SECCIONS PASSADÍS - AULA	14
PLÀNOL DE SECCIONS PASSADÍS – AULA AMB FALS SOSTRE	15
PLÀNOL D'ENQUESTES PLANTA BAIXA	16
PLÀNOL D'ENQUESTES PLANTA PRIMERA	17
PLÀNOL D'ENQUESTES PLANTA SEGONA	18

PB

P1

P2





Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

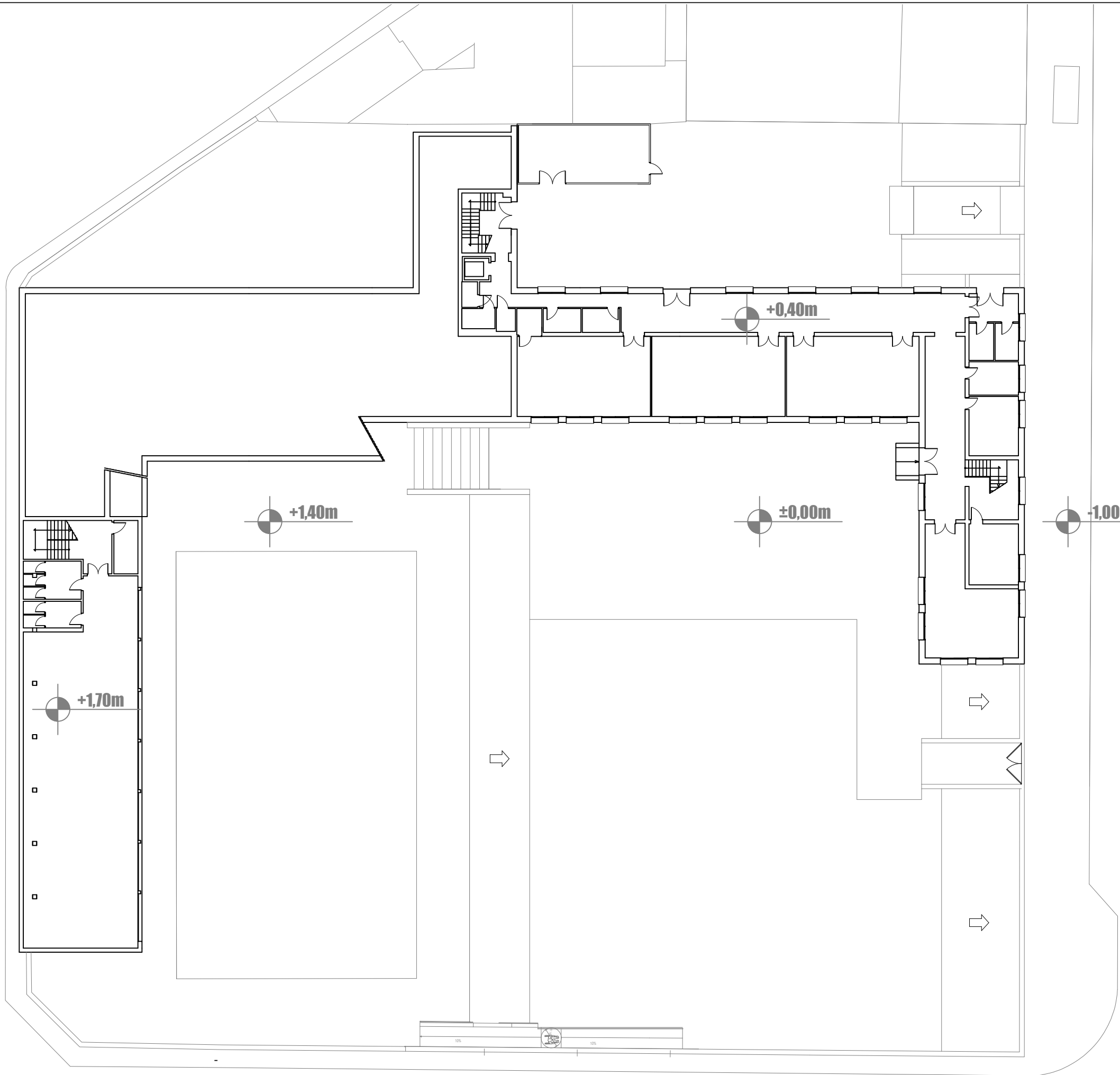
PLÀNOL:
PLÀNOL DE FORMES DE PLANTES

ESCALA:
1/500

-

LLEGENDA

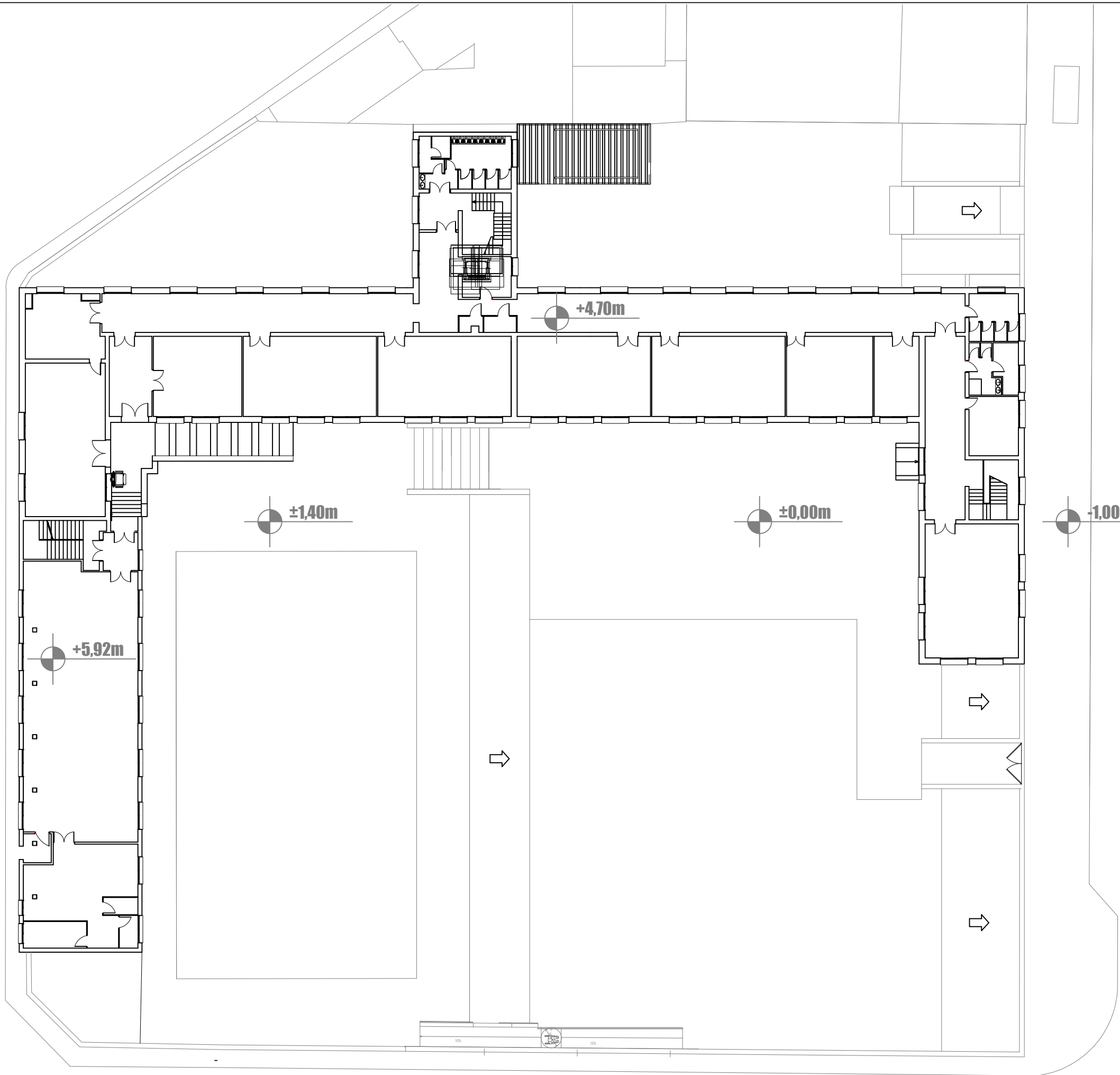
PLÀNOL NÚMERO:
01



PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:	ESCALA:
PLANTA BAIXA	1/300

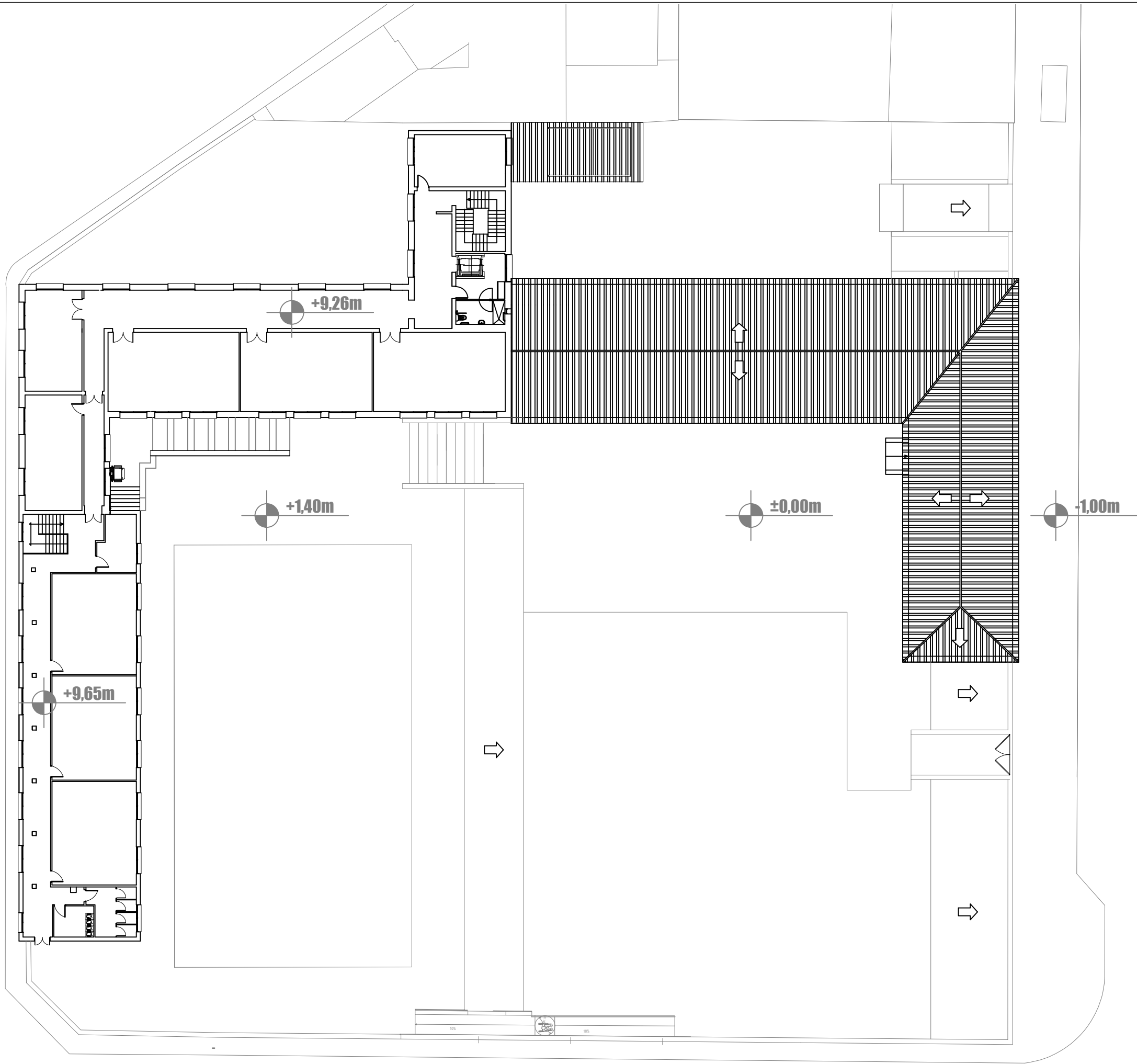
LLEGENDA



PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE RIPOLL

PLÀNOL: PLANTA PRIMERA ESCALA: 1/300

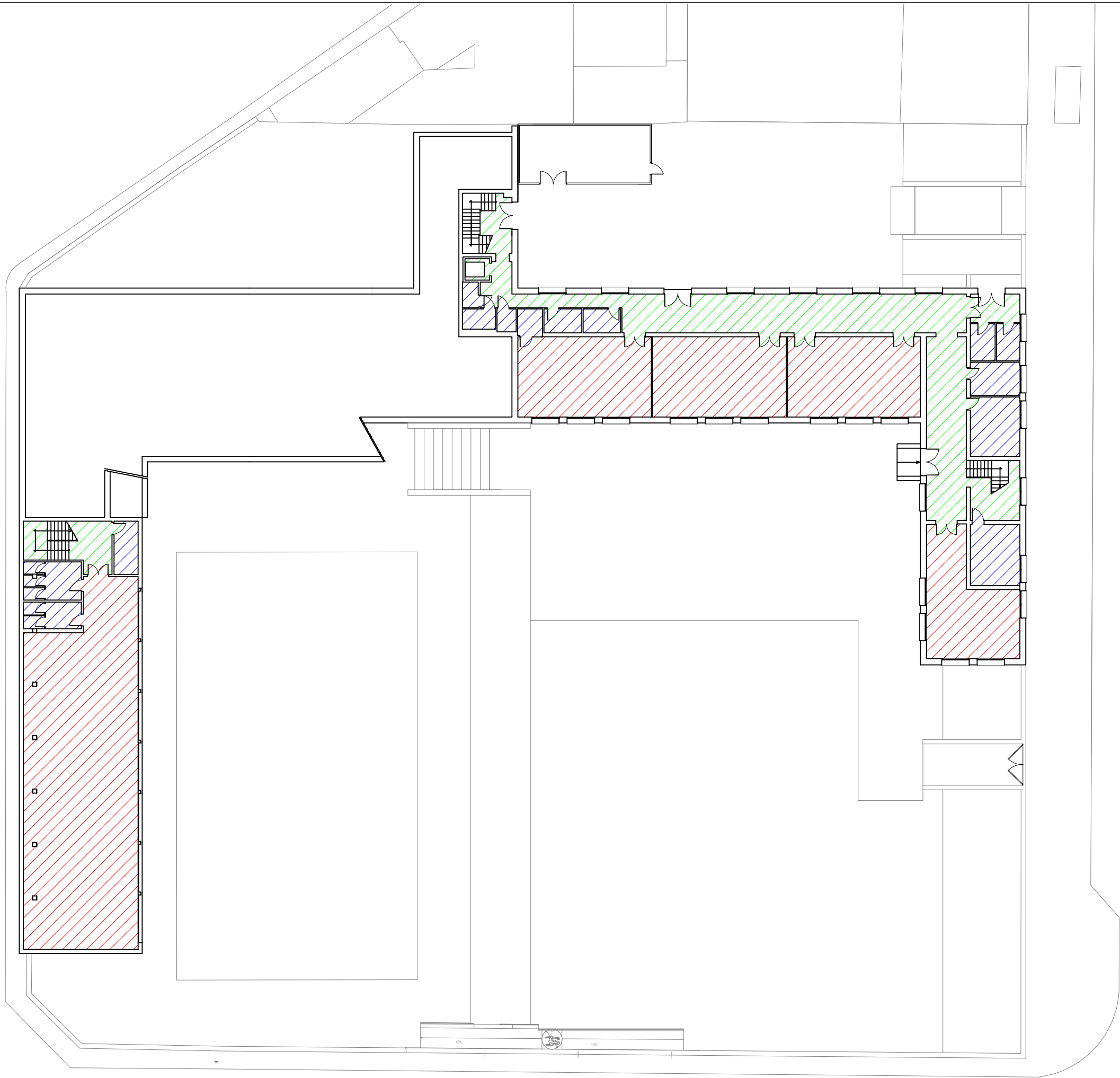
LLEGENDA



PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:	ESCALA:
PLANTA SEGONA	1/300

LLEGENDA






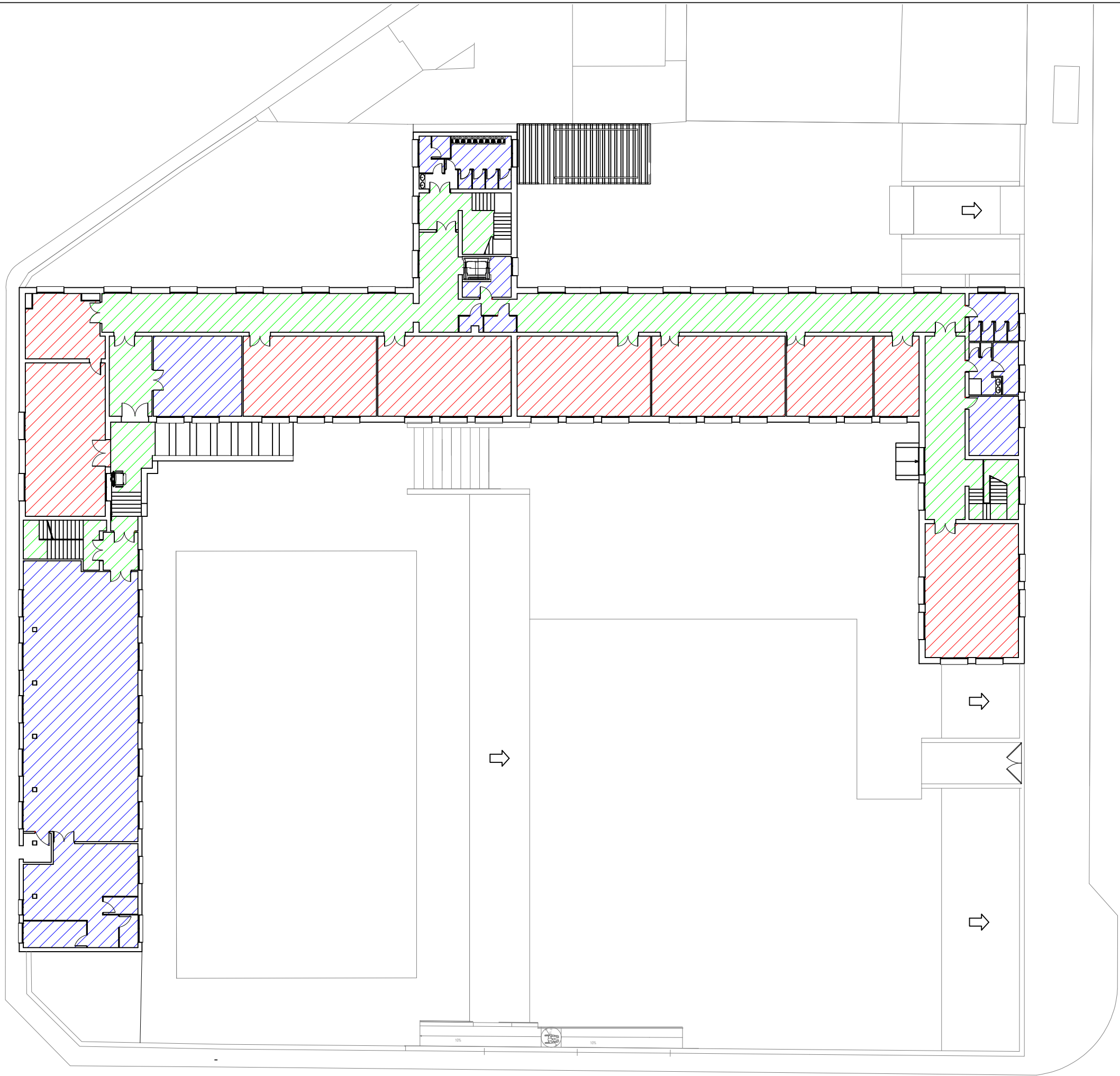
PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:
TIPUS ESPAIS PLANTA BAIXA

ESCALA:
1/300

LLEGENDA

-  Servidors
-  Servents
-  Ciculació






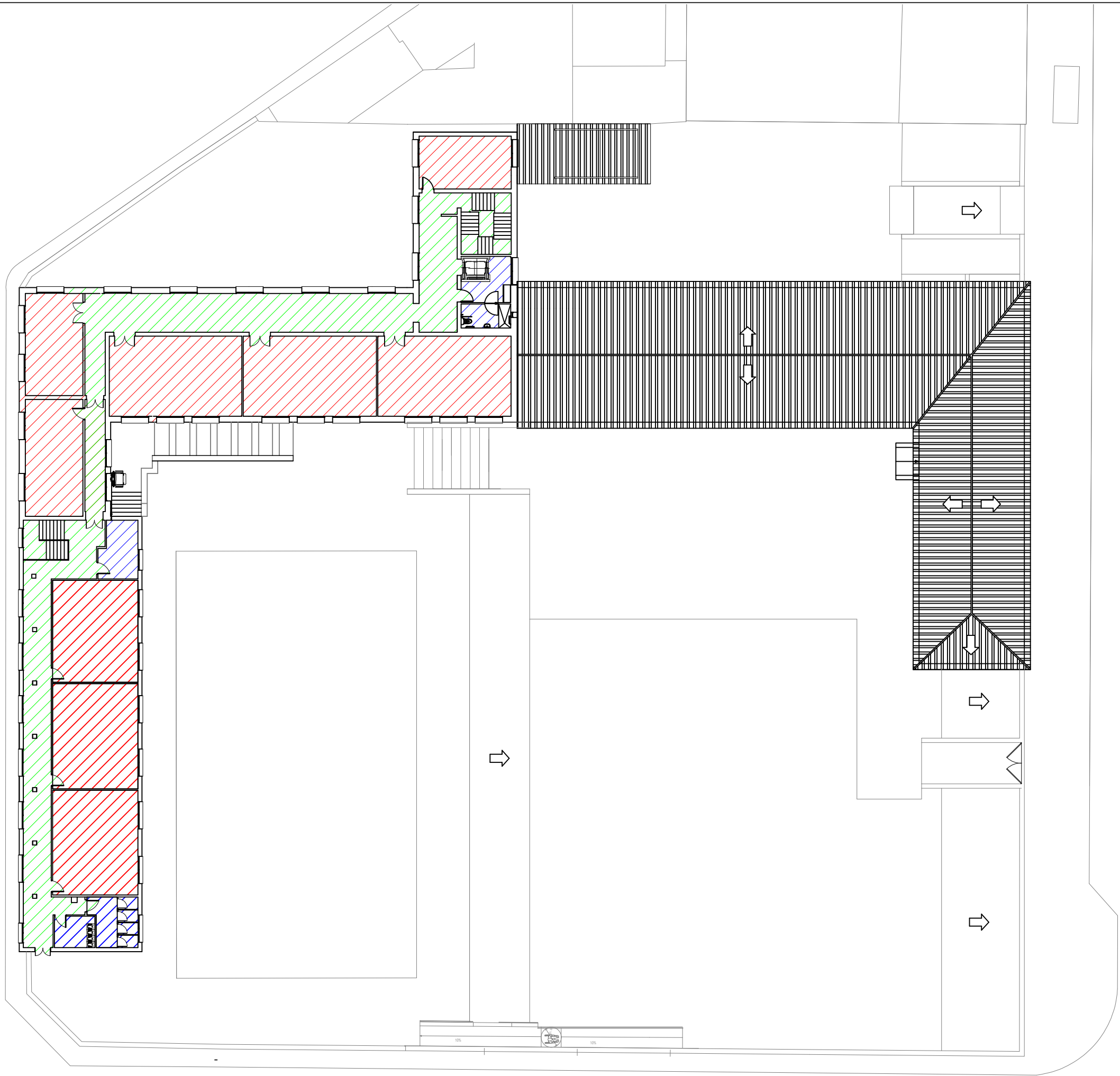
PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:
TIPUS ESPAIS PLANTA PRIMERA

ESCALA:
1/300

LLEGENDA

-  Servidors
-  Servents
-  Ciculació


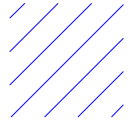



PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:
TIPUS ESPAIS PLANTA SEGONA

ESCALA:
1/300

LLEGENDA

-  Servidors
-  Servents
-  Ciculació

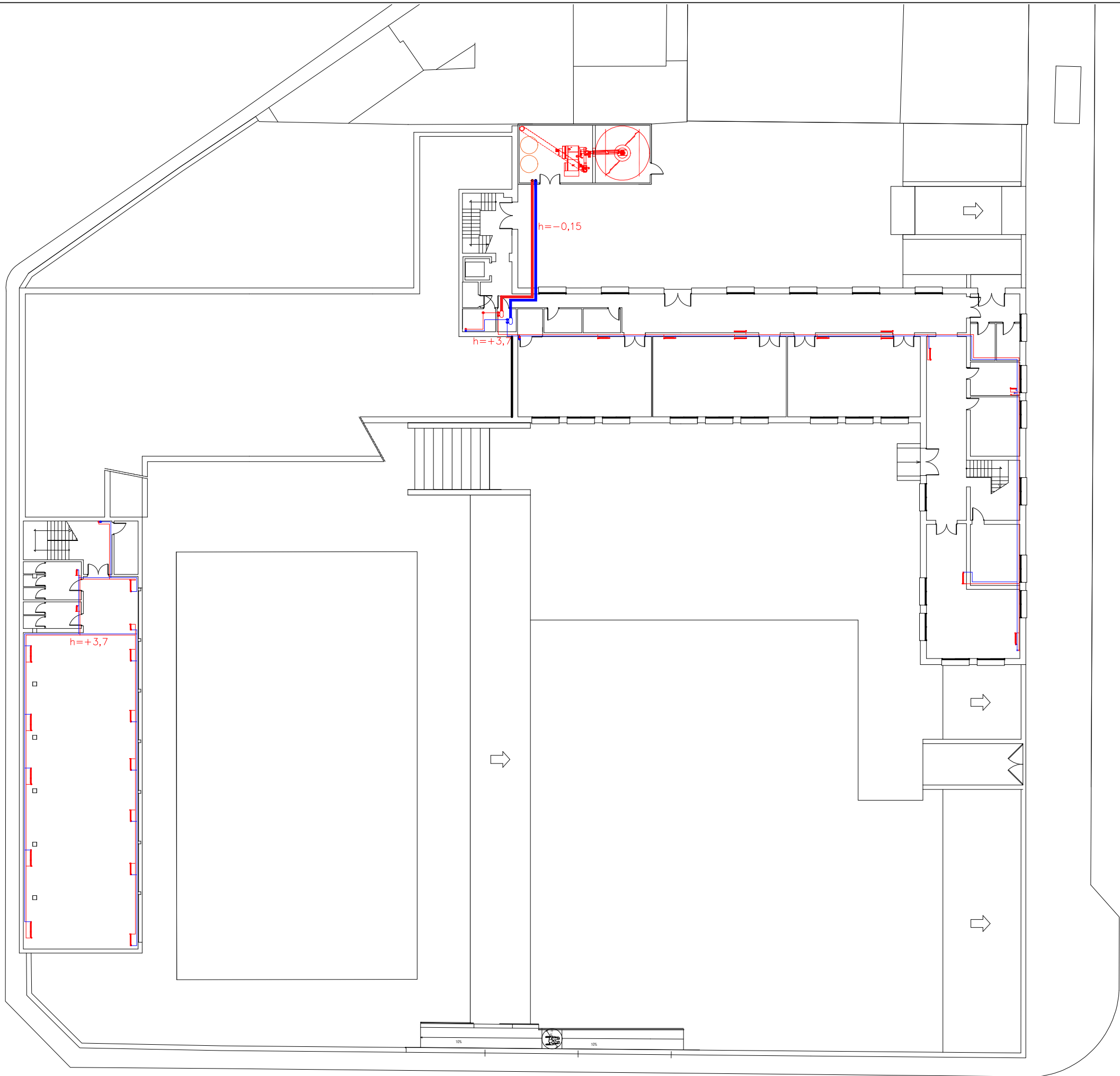
PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:
SISTEMA D'EVACUACIÓ

ESCALA:
1/300

LLEGENDA

- Canonada
- Baixant soterrat
- Desaigua principal



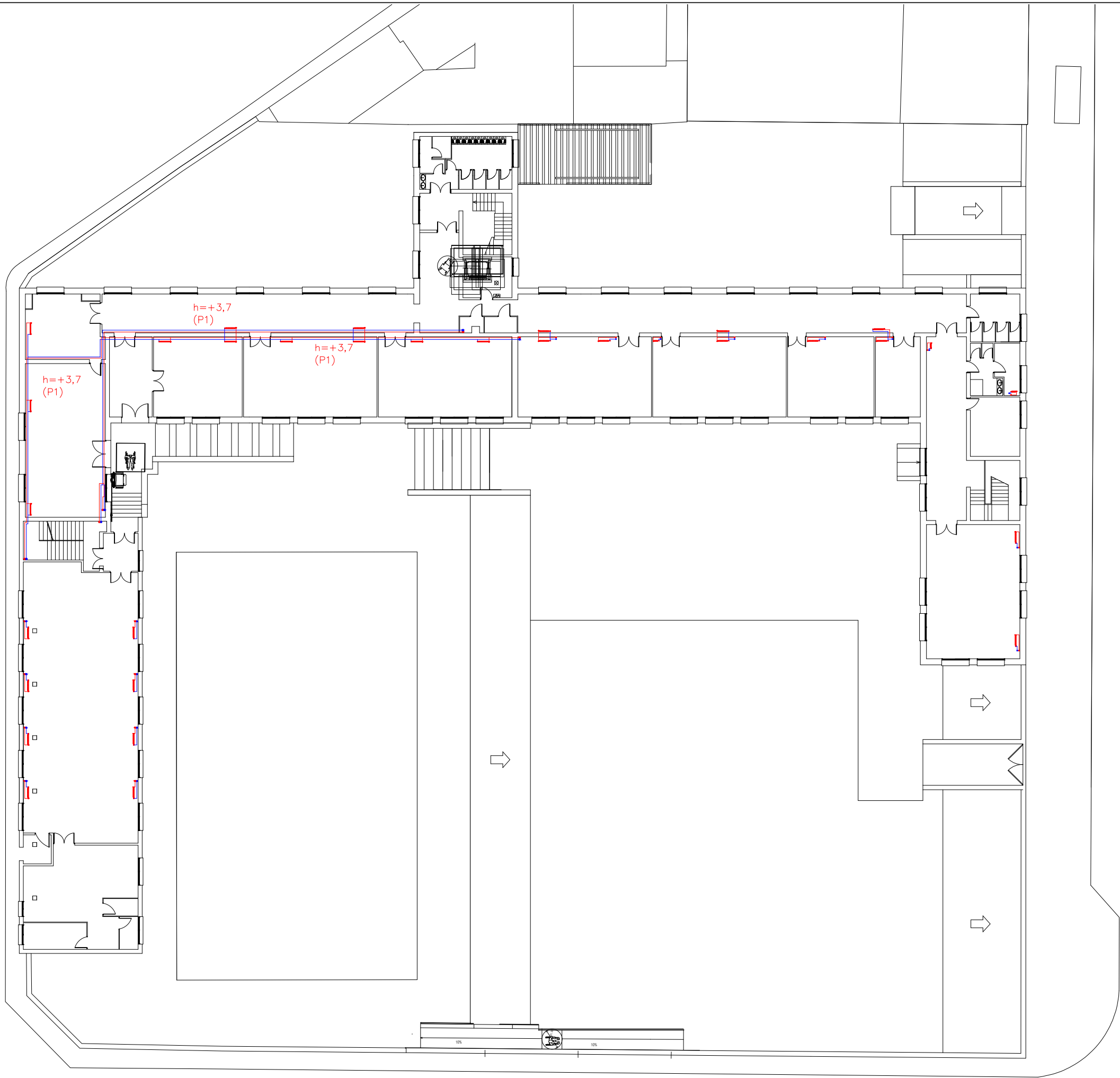
PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:
SISTEMA CALEFACCIÓ PLANTA
BAIXA

ESCALA:
1/300

LLEGGENDA

-  Anada
-  Retorn
-  Radiador
-  Acumulador
50 L
-  Acumulador
2000 L
-  Caldera
biomassa
-  Vis sens fi




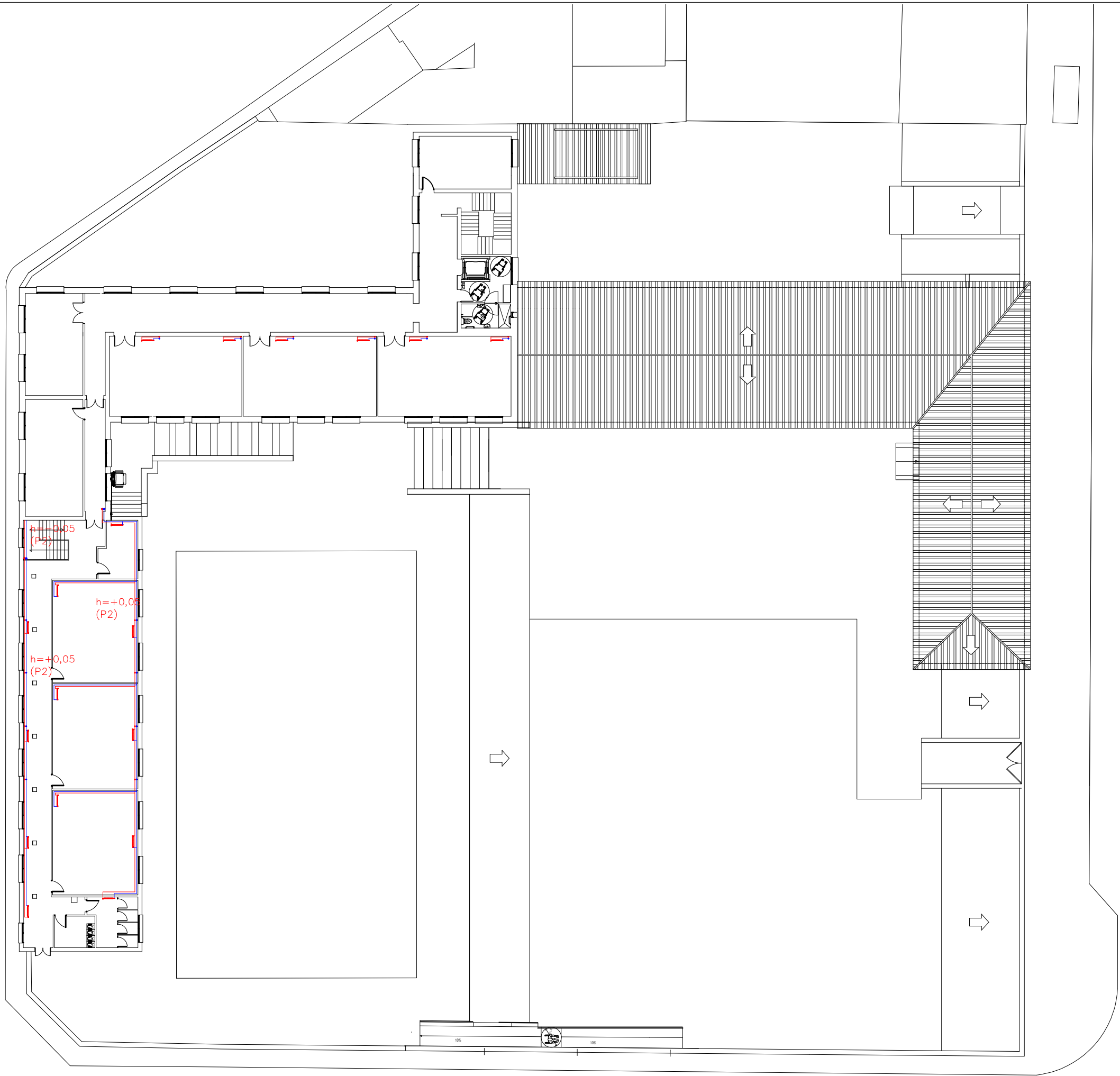
PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:
SISTEMA CALEFACCIÓ PLANTA
PRIMERA

ESCALA:
1/300

LLEGENDA

- ⊗ ● — Anada
- ⊗ ● — Retorn
-  Radiador




PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

PLÀNOL:
SISTEMA CALEFACCIÓ PLANTA
SEGONA

ESCALA:
1/300

LLEGENDA


- ⊗ ● — Anada
- ⊗ ● — Retorn
-  Radiador


PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL


PLÀNOL:
SISTEMA CALEFACCIÓ AMPLIACIÓ
SALA CALDERES


ESCALA:
1/40

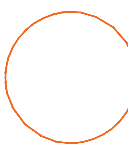
LLEGENDA

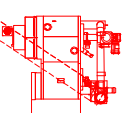
Anada

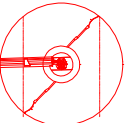
Retorn

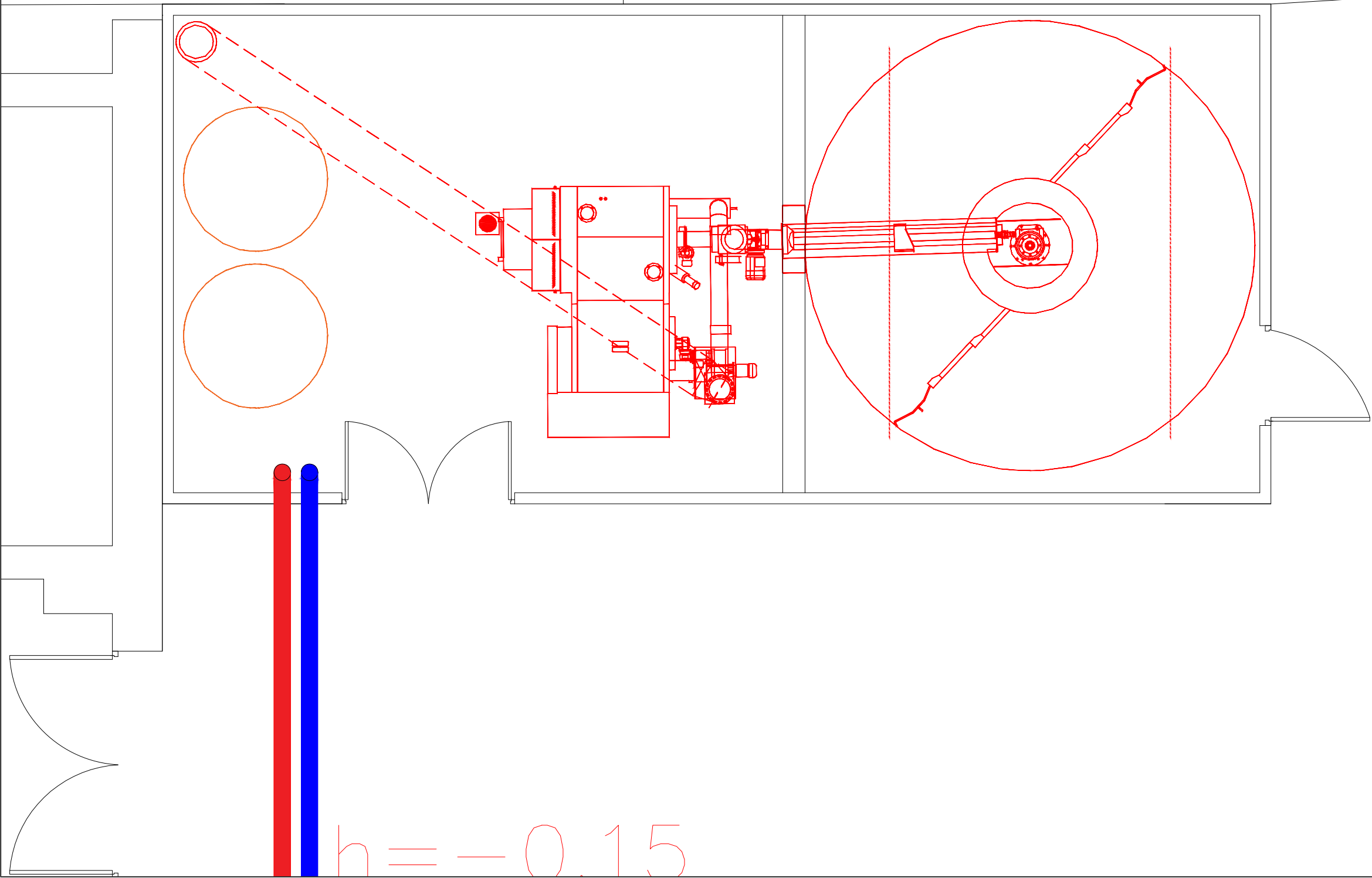
Radiador

Acumulador
50 L

Acumulador
2000 L

Caldera
biomassa

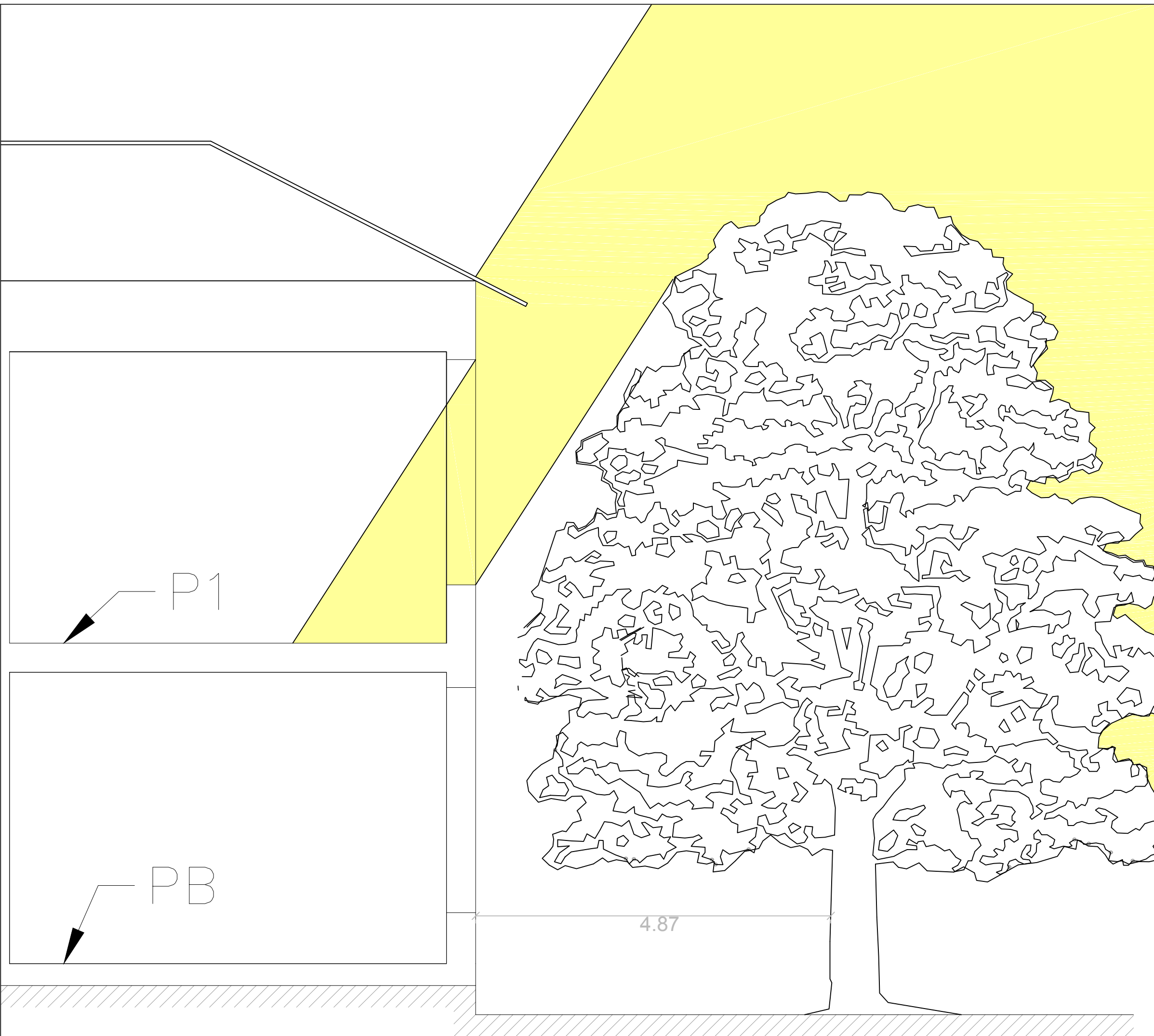
Vis sens fi



PROJECTE FINAL DE GRAU - ESTUDI ENERGÈTIC I
CERTIFICACIÓ L.E.E.D DE L'ESCOLA JOAN MARAGALL DE
RIPOLL

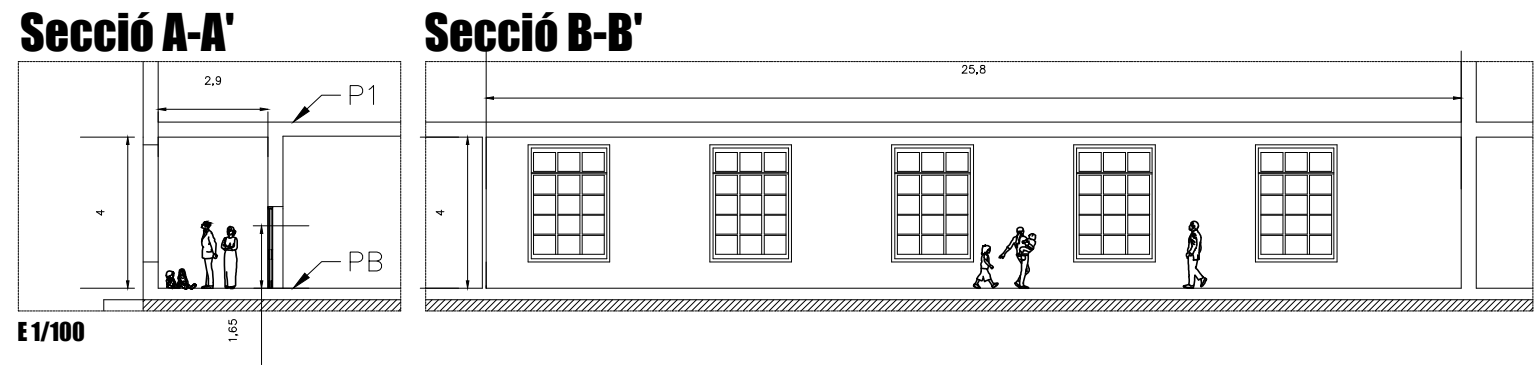
PLÀNOL: DISTÀNCIA AULA EST PLANTA BAIXA - VEGETACIÓ	ESCALA: 1/50
---	-----------------

LLEGGENDA

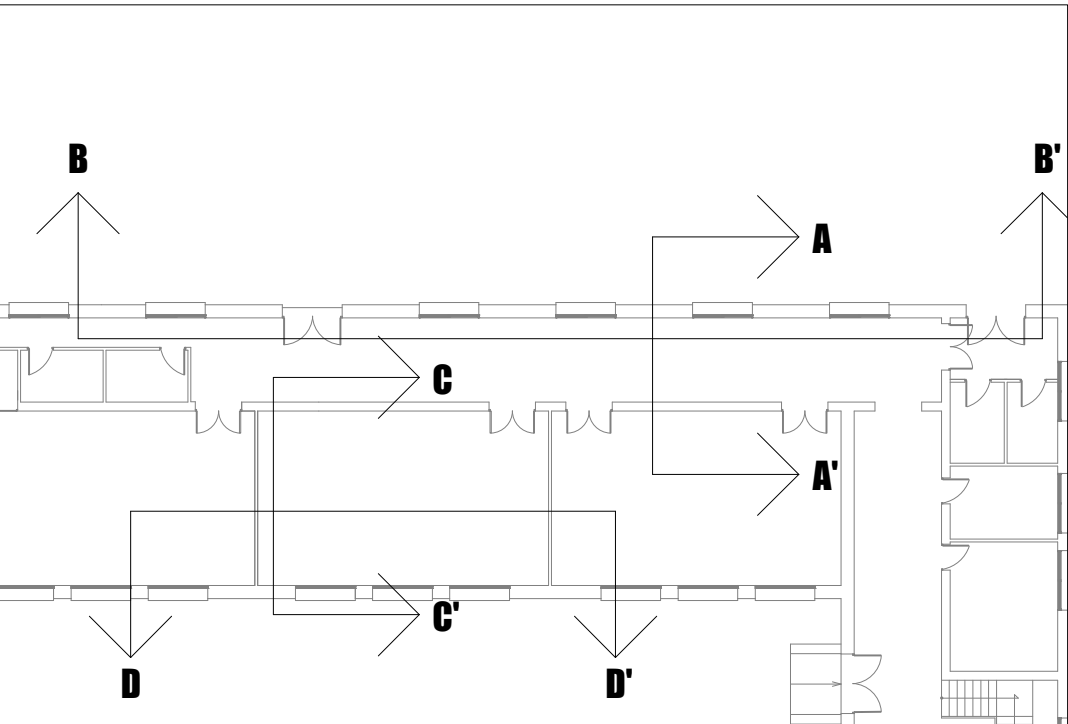
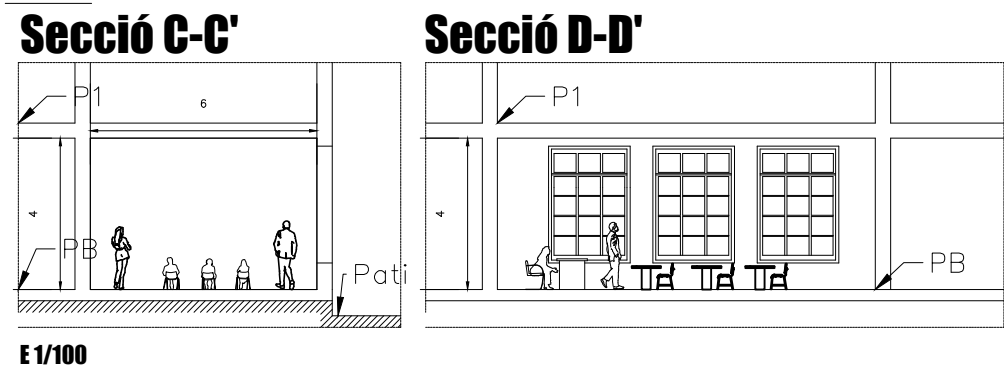


LLEGENDA

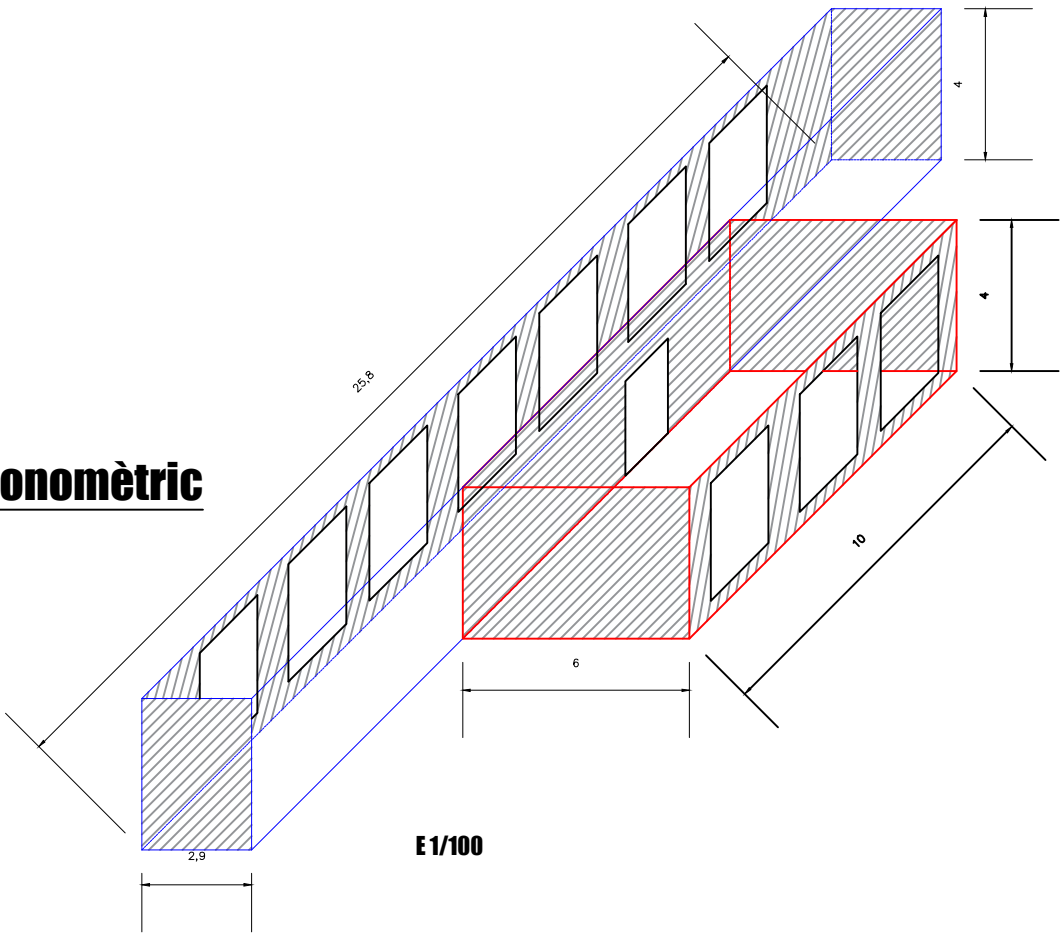
Passadís



Aula



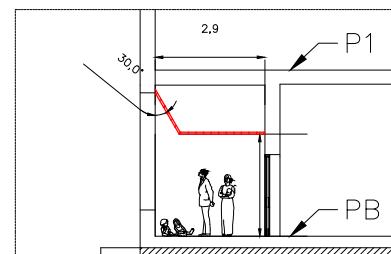
Axonomètric



LLEENDA

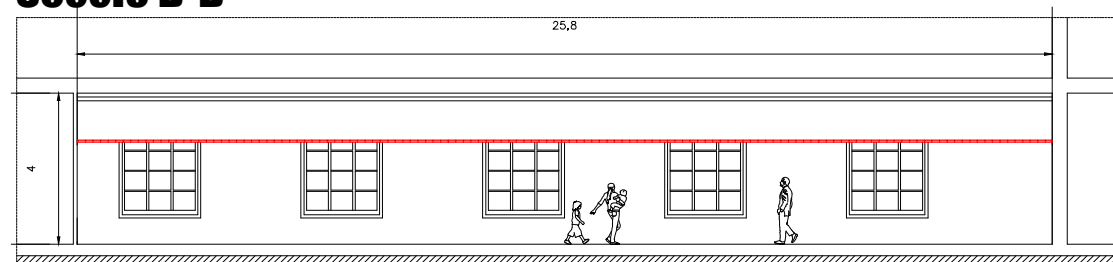
Passadís

Secció A-A'



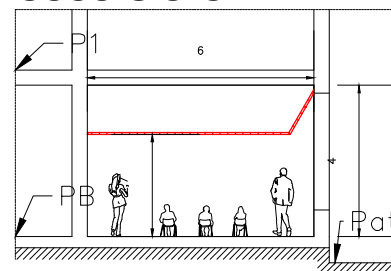
E 1/100

Secció B-B'



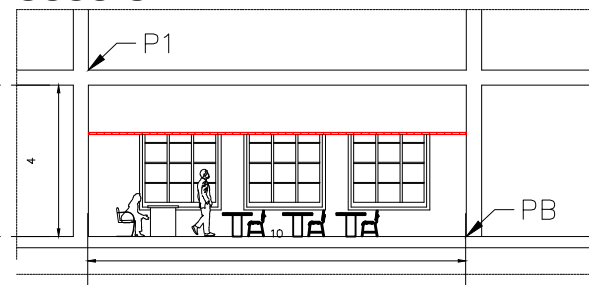
Aula

Secció C-C'

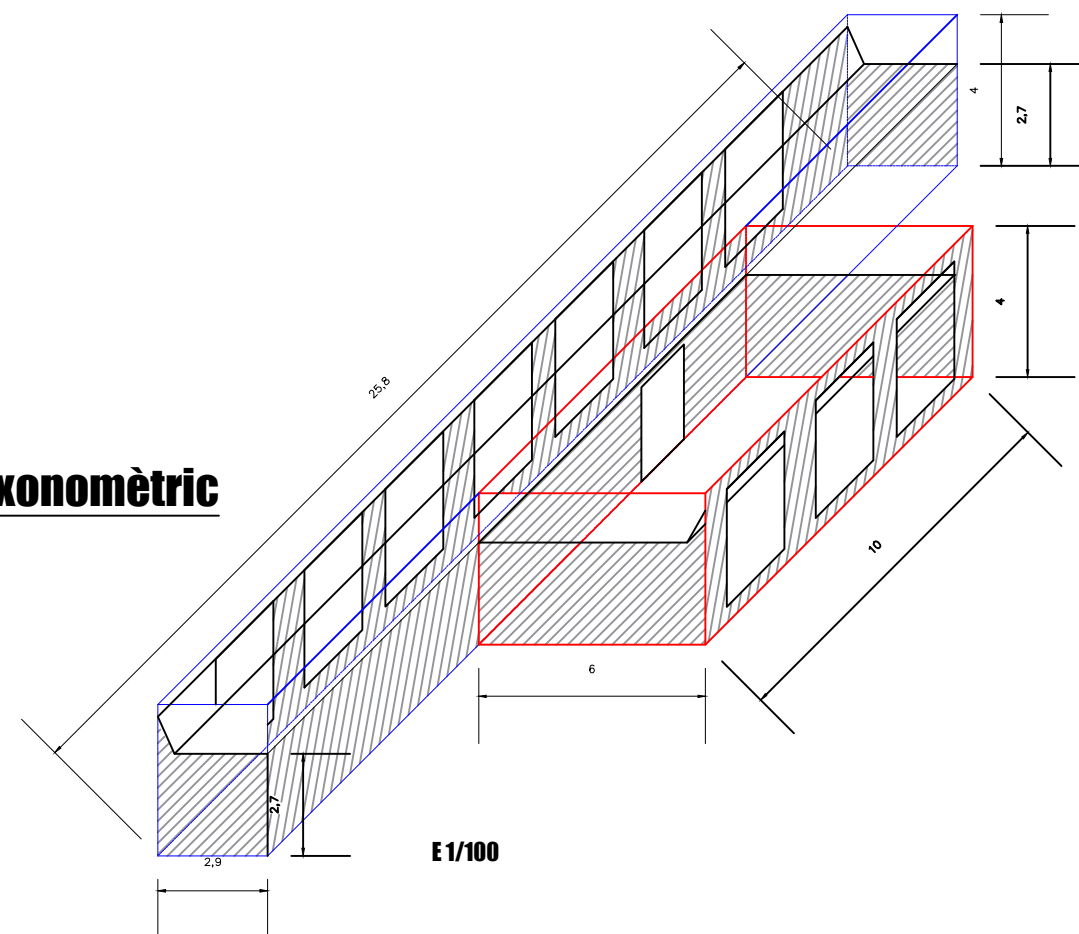


E 1/100

Secció D-D'



Axonomètric



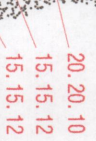
E 1/100

Escala: 1/10

Dintell metal.lic IPN120



Escala: 1/100



Escala: 1/40

